



TEKNIikka JA LIIKENNE

Rakentaminen

Rakentamisen ylempi AMK-tutkinto (korjausrakentaminen)

OPINNÄYTETYÖ
Insinööri (ylempi AMK)

**TIETOMALLIN KÄYTTÖÖNOTON KARTOITUS RAKENNUSVALVONTA-
PROSESSISSA**

Työn tekijä: Jouni Ruotsalainen
Työn ohjaajat: Päivi Jäväjä
Kai Miller
Jarmo Karvinen
Matti Nikupeteri

Työ hyväksytty: ____ . ____ . 2010

Päivi Jäväjä
yliopettaja



ALKULAUSE

Tämä insinöörityö tehtiin Helsingin rakennusvalvontavirastolle. Haluan kiittää Helsingin rakennusvalvontavirastoa siitä, että olen voinut kehittää itseäni ja vahvistaa osaamistani työni ohessa.

Haluan kiittää kaikkia projektissa mukana olleita; Helsingin rakennusvalvontaviraston ohjaajia: yli-insinööri Kai Milleriä, tietotekniikkapäällikkö Jarmo Karvista ja insinööri Matti Nikupeteriä hyvästä ohjauksesta ja tuesta, Metropolia Ammattikorkeakoulun opinnäytetyön ohjaajaa yliopettaja Päivi Jäväjää ja yliopettaja Hannu Hakaraista sekä opinnäytetyön kielenohjaajia lehtori Anne Hannilaa ja lehtori Tuomo Suorsa saamastani tuesta ja kannustuksesta.

Erityinen kiitos kuuluu työtovereilleni Helsingin rakennusvalvontavirastossa varsinkin rakennusteknisen osaston aluetiimin 4 kollegoille, jotka jaksoivat sijaistaa minua lähiopetuspäivinäni. Lisäksi kiitän aluetiimin 1 kollegoita tämän loppurutistuksen tukemisessa.

Viimeisenä, muttei vähäisimpänä kuuluu erittäin suuri kiitos perheelleni kannustuksesta ja tuesta, jonka avulla sain työn tehtyä.

Helsingissä 27.9.2010

Jouni Ruotsalainen

TIIVISTELMÄ

Työn tekijä: Jouni Ruotsalainen	
Työn nimi: Tietomallin käyttöönoton kartoitus rakennusvalvontaprosessissa	
Päivämäärä: 27.9.2010	Sivumäärä: 54 s. + 1 liite
Koulutusohjelma: Rakentamisen koulutusohjelma	Suuntautumisvaihtoehto: Rakentamisen ylempi AMK-tutkinto (korjausrakentaminen)
Työn ohjaaja: yliopettaja Päivi Jäväjä Työn ohjaaja: Kai Miller, yli-insinööri Jarmo Karvinen, tietotekniikkapäällikkö Matti Nikupeteri, insinööri	
<p>Tämä opinnäytetyö (YAMK) tehtiin Helsingin rakennusvalvontavirastolle.</p> <p>Työn tavoitteena oli tehdä selvitys siitä, miten tietomalli voisi parhaimmillaan hyödyntää rakennusvalvontaprosessia niin lupakäsittelyssä kuin rakennustyönaikaisessa valvonnassakin.</p> <p>Opinnäytetyössä käytettiin kvalitatiivista tutkimusotetta. Työ aloitettiin esitutkimuksella selvittämällä, mitä tietomalliin soveltuvia ohjelmia Helsingin kaupungilla on käytössä. Esitutkimuksen aikana rakennusvalvontaan hankittiin Solibri Model Checker -tarkastusohjelma, jonka todettiin olevan tällä hetkellä tarkoituksen mukaisin ohjelma rakennusvalvonnan tarpeisiin. Myös arkistointiin liittyviä seikkoja tutkittiin jossain määrin. Esitutkimuksessa kartoitettiin verkosta tietomallikirjallisuutta ja tehtiin suunnitelma haastateltavista henkilöistä.</p> <p>Esitutkimuksessa tutustuttiin tietomallikirjallisuuteen. Tämän jälkeen keskusteltiin kollegoiden kanssa tietomallista ja osallistuttiin Solibri Model Checker -tarkastusohjelmakoulutukseen. Lopuksi tutustuttiin sähköiseen asiointiin ja arkistointiin.</p> <p>Opinnäytetyön lopputuloksena syntyi kirjallinen kartoitus tietomallin käyttöönoton mahdollisuuksista rakennusvalvontaprosessissa sekä listaus rakennusvalvonnan kannalta tarpeellisista tarkastussäännöistä.</p> <p>Opinnäytetyön tuloksia voidaan välittömästi hyödyntää uusien projektien käynnistämisessä. Jatkotutkimuksen kohteiksi ehdotetaan tarkastussääntöjen ja tietomallin toimittamisen ohjeistamisen sekä tietomallipalvelimen kehittäminen rakennusvalvonnan tarpeet huomioiden.</p>	
Avainsanat: rakennusvalvonta, tietomalli (BIM), tarkastussääntö, arkistointi	

ABSTRACT

Name: Jouni Ruotsalainen	
Title: Surveying the Initialization of the BIM in Building Control Process	
Date: 27 September 2010	Number of pages: 54 + 1 appendices
Department: Civil Engineering	Study Programme: Master`s Degree Programme in Civil Engineering (Renovation)
Supervisor: Päivi Jävää, Principal Lecturer Instructors: Kai Miller, Head of the Building Works Division Jarmo Karvinen, IT-Chief Matti Nikupeteri, Engineer	
<p>This thesis was made for the Helsinki Building Control Department.</p> <p>The purposes of the thesis were to examine how the BIM could best be utilized in the building permit process, during the permit processing time as well as from the construction supervision point of view.</p> <p>Qualitative research methods were used in the study. Feasibility studies were conducted to find out which BIM-applicable programs were in use in the City of Helsinki. During the feasibility studies Building Control Department purchased the Solibri Model Checker verification program, which was found to be currently the most appropriate program for Building control purposes. At this stage the filing system was explored. During the feasibility studies network data model literature was surveyed and also at this point it was considered who would be interviewed.</p> <p>The BIM written outputs were explored based on the feasibility studies. After that discussions were conducted with colleagues about the BIM and Solibri Model Checker verification program training was participated in. Finally the electronic transactions and the filing system were acquainted with.</p> <p>The result of this thesis was BIM process in building inspection. Also, a list was created of the necessary inspection rules. The results of the thesis can be utilized immediately when starting new projects. For the follow-up research proposed targets could be the development of the inspection rules and the supply of instructions for the BIM and also the BIM development from the Building Control Department point of view.</p>	
Keywords: Building Control, BIM, Control Rule, Archives	

SISÄLLYS

ALKULAUSE

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

KÄSITTEET

1	JOHDANTO	1
1.1	Tausta	1
1.2	Tutkimusongelma ja tavoitteet	1
1.3	Tutkimuksen rajaukset	2
1.4	Toteutus periaatteet ja tutkimusaineisto	2
2	TUTKIMUKSEN VIITEKEHYS	3
2.1	Tietomalli	3
2.1.1	<i>Tietomallin käsite rakentamisessa</i>	3
2.1.2	<i>Perinteinen rakennusprosessi Suomessa</i>	7
2.1.3	<i>Tietomalli Suomessa</i>	8
2.2	Tekijänoikeuksien vaikutukset tietomalliin	10
2.2.1	<i>Tekijänoikeussuoja</i>	10
2.2.2	<i>Rakennustaiteen tuote</i>	11
2.3	Sähköinen asiointi	12
2.4	Kunnalliset sähköiset palvelut	15
2.5	Sähköinen arkistointi	19
3	TIETOMALLI RAKENNUSVALVONNASSA	22
3.1	Rakennusvalvonnan nykytilanne	22
3.1.1	<i>Lupakäsittely</i>	22
3.1.2	<i>Rakennustyönaikainen valvonta</i>	22
3.2	Tietomalli rakennustyönaikaisessa valvonnassa	22
3.3	Tietomalli lupakäsittelyssä tulevaisuudessa	23
3.4	Ohjelmistot	27
3.5	Tilanne ulkomailla	29
3.5.1	<i>Singapore</i>	29
3.5.2	<i>Norja</i>	29
3.5.3	<i>Yhdysvallat</i>	31
3.6	Valtiollinen visio	32
4	TIETOMALLIN KÄYTTÖÖNOTON EDELLYTYKSET	34
4.1	Tavoite	34
4.2	Yhteistyö	34

4.3	Helsingin kaupungin tuottamien aineistojen käyttö	35
5	KYSELYIDEN JA HAASTATTELUIDEN TULOKSIA	37
5.1	Solibri Model Checker -koulutukseen osallistuneiden kommentit	37
5.2	Kaupunkikuvaosaston osallistujien kommentit	37
5.3	Rakennusteknisen osaston kommentit	39
5.3.1	Talotekniikkayksikkö	39
5.3.2	Rakenneyksikkö	40
5.4	Yleistä keskustelua virastopäällikön kanssa opinnäytteen aihealueesta	41
5.5	Case-kohde: Tietomallien käyttö Skanskan työmaalla	43
6	TARKASTUSSÄÄNNÖISTÄ	47
6.1	Rakennusvalvonnan tarpeet	47
7	YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET	50
	VIITELUETTELO	52
	LIITELUETTELO	54

KÄSITTEET

BIM

Building Information Model = rakennuksen tietomalli

LVIS

Lämpö, vesi, ilmastointi ja sähkö

IFC

Industry Foundation Classes = rakennusalan kansainvälinen tietosäällön määrittelystandardi. Sen avulla voidaan siirtää tietoa eri tietojärjestelmiin ja hyödyntää entistä monipuolisemmin olemassa olevaa suunnittelutietoa.

IFD

International Framework of Dictionaries = rakennusalan nimikkeistöjen ja sanastojen yhdistetty kansainvälinen nimeämiskäytäntö.

IDM

ISO-standardin mukainen tietojen jakamisen manuaali, jossa määritellään mitä tietoa haetaan, milloin haetaan ja kuka sitä jakaa.

RYM Oy

Kiinteistö- ja rakennusalan strategisen huippuosaamisen keskittymä.

ARK

Rakennussuunnittelu

RAK

Rakennesuunnittelu

TATE

Talotekninen suunnittelu

ERITYISSUUNNITELMAT

Rakenne-, ilmanvaihto-, KVV-, palotekninen-, akustinen-, pohjarakenne-, kalliorakenne- ja muut vastaavat suunnitelmat.

KVV

Kiinteistön vesi- ja viemäri

IV

Ilmanvaihto

KRYSP

Kunnan rakennetun ympäristön sähköiset palvelut

1 JOHDANTO

1.1 Tausta

Helsingissä isot rakennuskohteet on lähtökohtaisesti suunniteltu tietomallipohjaisesti, jo jonkin aikaa. Melkein ainoana syynä varsinkin pääpiirustusten toimittamiseen paperisina on ollut rakennusvalvonta. Tämän vuoksi rakennusvalvontaa kohtaan on esitetty toiveita mahdolliseen tietomallien käyttöönottoon ja hyödyntämiseen rakennusvalvontaprosessissa. Tästä syystä rakennusvalvonta käynnisti vuonna 2009 selvityksen tietomallin hyödyntämisen mahdollisuuksista rakennusvalvontaprosessissa.

Tietomalliselvitykseen sisältyi tutustumista tietomallia hyödyntäviin työmaihin, suunnittelutoimistoihin ja ohjelmistojen toimittajiin. Asiaa kartoittanut työryhmä vieraili useissa kohteissa ja sai kuulla eri osapuolten ajatuksia tietomallien eduista ja haitoista.

Tämä YAMK-opinnäytetyö on osa tietomalliselvitystä, josta saatavien tietojen perusteella rakennusvalvontavirasto tulee kehittämään tulevaisuudessa tietomallin käyttöönottoa rakennusvalvontaprosessissa.

1.2 Tutkimusongelma ja tavoitteet

Nykyisellään rakennushankkeen informaatio vastaanotetaan paperimuodossa, vaikka suunnittelu tapahtuu tietokoneavusteisesti. Tarkistustyö tehdään papereihin perehtymällä, vaikka käytössä olisi havainnollinen ja tarkka rakennuksen tietomalli, joka sisältää geometrian lisäksi tiedot rakenteista ja niiden ominaisuuksista. Tiedonsiirron, -käsittelyn ja -arkistoinnin digitalisoinnin tarpeet tulee kartoittaa, jotta saadaan selville, millaisilla toimenpiteillä ja vaatimuksilla tietomalli saadaan mukaan rakennusvalvontaprosessiin. Vaatimukset eivät kohdistu ainoastaan rakennusvalvontaan, vaan muutosten lähtökoh-

tana ovat myös valtiollisten rakentamismääräysten uudistaminen tietomallikelpoisiksi.

Tämän tutkimuksen tavoitteena on selvittää, miten tietomalli voisi parhaimmillaan hyödyntää rakennusvalvontaprosessia niin lupakäsittelyssä kuin rakennustyönaikaisessa valvonnassakin. Tavoitteena on luoda kokonaiskuva tietomallin mahdollisuuksista rakennusvalvontaprosessissa ja tuottaa säännöt, joilla tietomalleja voidaan toimittaa rakennusvalvontaan.

1.3 Tutkimuksen rajaukset

Tutkimus rajataan rakennusvalvonnan näkökulmaan tietomallin hyödyntämisestä lupakäsittelyssä, rakennustyön aikaisessa valvonnassa, tiedonhallinnassa ja arkistoinnissa.

1.4 Toteutus periaatteet ja tutkimusaineisto

Kirjallisuustutkimukset, haastattelut ja niiden pohjalta tehdyt kehitysehdotukset ovat pääperiaatteet tutkimuksen toteutukselle. Kirjallisuustutkimukset perustuvat verkosta löytyvään ja YAMK:n korjausrakentamisen tietomallinnuskurssin aineistoon, koska kirjallisuutta aiheesta ei ole paljon. Osana tutkimuksen suoritusta on osallistuminen Solibri Model Checker -tarkastusohjelman käytön koulutukseen, jossa saa tietoa tarkastusohjelman soveltuvuudesta rakennusvalvonnan käyttöön.

2 TUTKIMUKSEN VIITEKEHYS

2.1 Tietomalli

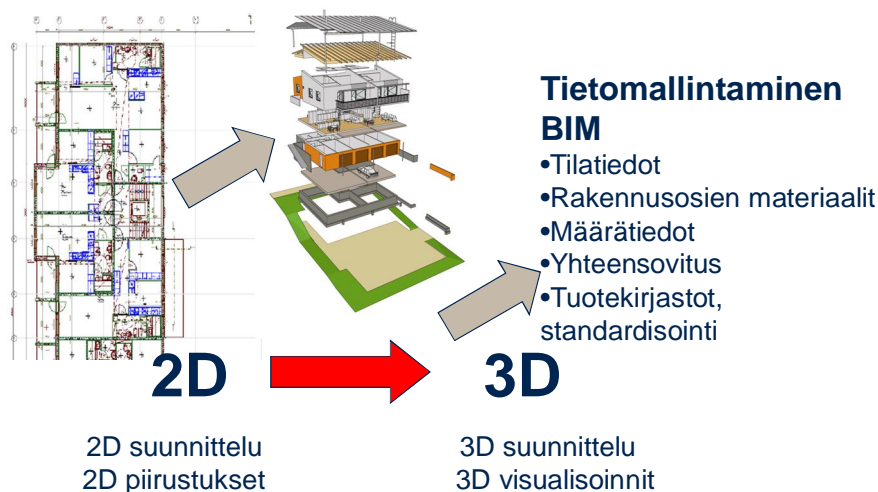
2.1.1 Tietomallin käsite rakentamisessa

Tietomalli, (myös rakennuksen tuotetietomalli tai rakennuksen tuotemalli, englanniksi Building Information Model, BIM) on rakennusprosessin ja rakennuksen koko elinkaarenaikaisten tietojen kokonaisuus digitaalisessa muodossa. Tietomalliin liittyy myös rakennuksen geometrian määrittäminen ja esittäminen kolmiulotteisesti havainnollisuuden ja erilaisten simulointitarpeiden vuoksi. [1.]

Tietomallin avulla kaikki rakennusten suunnittelussa, toteuttamisessa, käytössä ja ylläpidossa tarvittava tieto on paremmin hallittavissa – nopeasti, reaaliajassa, havainnollisesti ja älykkäässä muodossa. Tietomallin avulla voidaan siirtää ja hallita valtava määrä tietoa entistä luotettavammin ja tehokkaammin. [1.]

Tietomallintamisessa rakennuksen suunnittelu muuttuu perinteisestä viiva- piirtämisestä 3D-suunnittelun jalostetummaksi versioksi (kuva 1) [2]. Tietomalli sisältää tiedon tiloista, niiden sijainnista, pinta-aloista ja muista halutuista tilojen ominaisuuksista [2]. Tuoterakenteet, kuten seinät ja laatat, sisältävät tietoa esimerkiksi materiaali-, mitta-, lämmöneristävyys-, lujuus- ja ympäristöominaisuuksista [2]. Kun aikataulut kytketään tuoterakenteisiin, on kysymys 4D-suunnittelusta. 4D = 3D + aika, eli aika-aspektin linkittämistä 3D-mallin rakennusosa- ja tilaoloihin [3, s. 4]. Aika-aspekti voi kuvata esim. rakennusosien asennuksen ajankohtaa, jolloin 4D -simuloinnilla voidaan visualisoida rakentamisen etenemistä ajassa [3, s. 4].

Suunnittelu muuttuu piirtämisestä mallintamiseksi



7

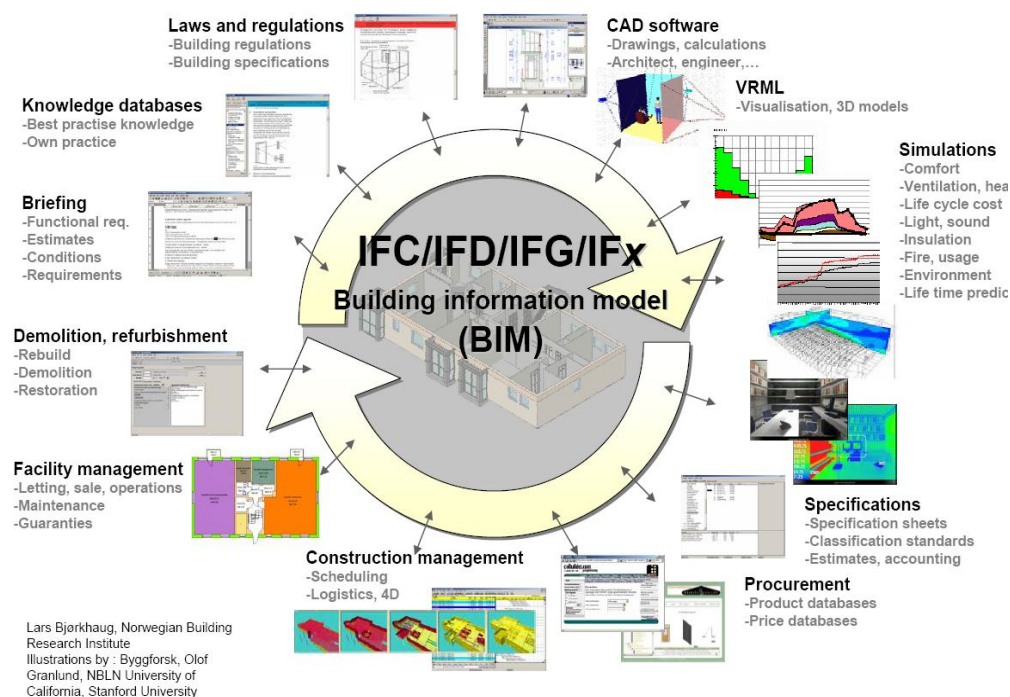
Kuva 1. Suunnittelumaailman muutos. [4.]

Yksittäisiä tuoteosia, kuten ikkunoita ja ovia, voidaan kuvata parametrisesti muokattavilla malleilla. Näitä ns. objekteja voidaan hakea tuotevalmistajien sähköisistä kirjastoista ja siirtää suunnitelmaan. LVIS-suunnittelussa voidaan mm. laskea lämpö- ja jäähdytystehot sekä ilmanvaihdon tarve, simuloida sisäilmaolosuhteita, suunnitella asennukset sekä määritellä läpiviennit. Suunnitelmat siirretään osatoteuttajille kustannuslaskentaa, tarkentavaa suunnittelua ja valmistusta varten. Työmaalle tehdään kustannusarviot. [2.]

Hankintaa varten tulostetaan määräluetteloita ja rakentamista varten detaljeja ja työpiirustuksia. Tietomallintamisen avulla syntyy rakennuksen koko elinkaarta koskeva tietovarasto: ns. As Built -malli kertoo, mistä materiaaleista ja tuotteista rakennus on tehty. Tietomalli toimii näin ollen raportoivana huoltokirjastona suunniteltaessa rakennusta koskevia toimenpiteitä käyttö- ja ylläpito-vaiheessa. [2.]

Tiedonsiirto perustuu kansainväliseen IFC-tiedonsiirtostandardiin, jonka avulla varmistetaan käytettävien tietojen yhteensopivuus: eri ohjelmat voivat ymmärtää suunnitelman sisällön samalla tavalla. Kuvas-

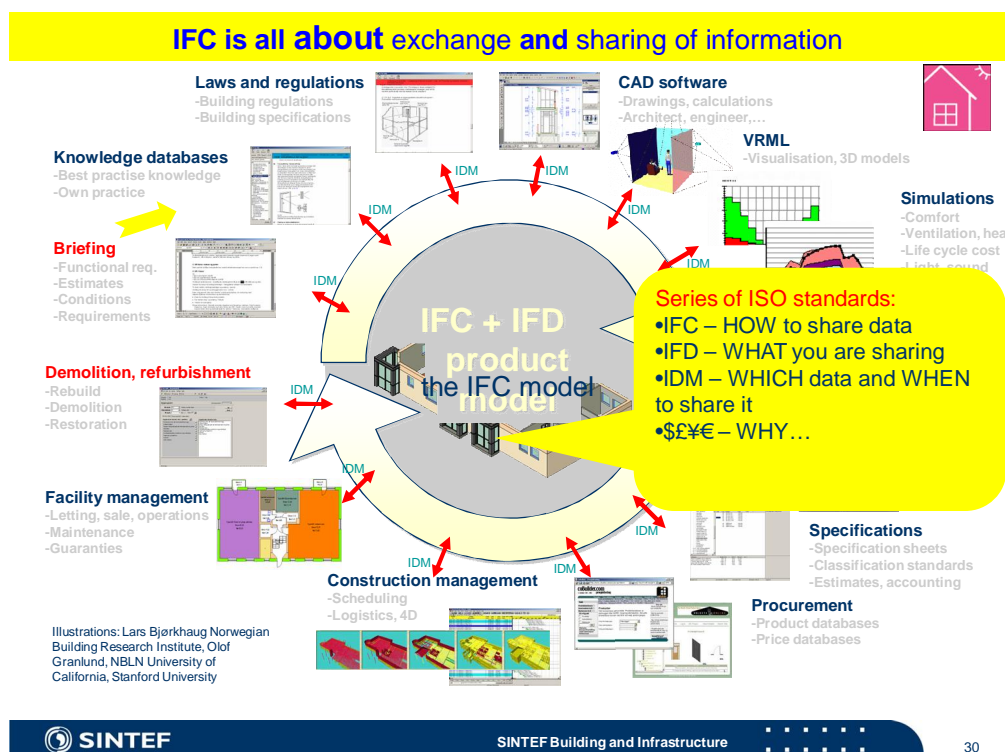
sa 2 on esitetty tiedonsiirtostandardien yleisimmin tuotantoon käytetty malli, joka esittää tietomallin tuomat edut ja mahdollisuudet, joita avoimiin kansainvälisiin standardeihin perustuvat tiedonsiirtostandardit voivat tarjota. [2.]



Kuva 2. Tietomallin tiedonsiirtostandardit. [5.]

IFC-tiedonsiirtostandardi sisältää tarvittavat mallin rakennusosien olio-tiedot, joita käytetään rakennuksen rakentamiseen ja suunnitteluun läpi rakennuksen koko elinkaaren. Tiedonsiirrossa määritellään tilat, kustannukset, asetukset, materiaalit, jne. IFC ei sisällä pelkkiä 3D-objekteja, vaan lisäksi niiden älykkäitä ominaisuuksia. [5.]

IFC määrittelee, kuinka tieto siirretään. IFD määrittelee, mitä tietoa jaetaan ja määrittelee kansainväliset puitteet. IDM on ISO-standardin mukainen tietojen jakamisen manuaali, jossa määritellään tietosisältö, milloin ja kuka sitä jakaa. Kuvassa 3 on esitetty tiedon jakaminen ja vaihtaminen IFC:n näkökulmasta. [5.]



Kuva 3. Tietomallin tiedonsiirto IFC:n näkökulmasta. [5.]

Tietomalliajattelu on pitkälti peräisin valmistavasta teollisuudesta, jossa se on tuotetiedon nimellä yleisesti käytössä oleva metodi tuotteiden suunnittelussa ja valmistuksessa. Tulevaisuudessa tietomalli sijaitsee palvelimella, johon eri osapuolten ohjelmat voivat olla yhteydessä hakien ja tuottaen tietoa. [2.]

Tietomalli sisältää rakennuksen muodon kolmiulotteisesti, digitaalisesti määriteltynä. Lisäksi se sisältää lisätietoja rakennuksen, sen prosessien ja rakennusosien ominaisuuksista. Tiedoista voidaan muodostaa helposti myös erilaisia kustannuslaskelmia, aikatauluja, energialaskelmia tai simulaatioita, jotka perinteisillä suunnittelumenetelmillä vaatisivat runsaasti esivalmisteluja, tiedon keruuta ja tietojen yhdistelyä. [2.]

Tietomallin sisällön perustana ovat rakennushankkeen määrittelytiedot ja suunnitteluvaiheen eri suunnittelualojen 3D-mallit. Tietokantaan lisätään toteutuneen rakennusprosessin ja rakennuksen käytön aikaiset tiedot. Näitä käytetään esimerkiksi peruskorjaushankkeen määrittelyssä, suunnittelussa ja toteuttamisessa. Peruskorjauksen päätyttyä

sen toteutustiedot päivitetään tietomalliin ja palataan rakennuksen käytönaikaisen tiedon keruuseen ja tallentamiseen. [2.]

Tietomallin oleellinen ominaisuus on tiedon käyttötapa: tieto tallennetaan tietomalliin vain kerran ja koska tietomalli on rakennuksen tietojen yhdistetty tietokanta, voidaan eri tilanteissa käyttää aina samaa lähdettä. Tietoa ei kopioida useaan paikkaan, mikä varmistaa helpon päivitettävyyden ja vähentää riskejä väärän tiedon esittämisestä. [2.]

Tietomallin käytön tarkoituksena on hallita rakennuksen vaatimukset, suunnittelu, rakentaminen, käyttö ja ylläpito paremmin kuin perinteisillä menetelmillä. [2.]

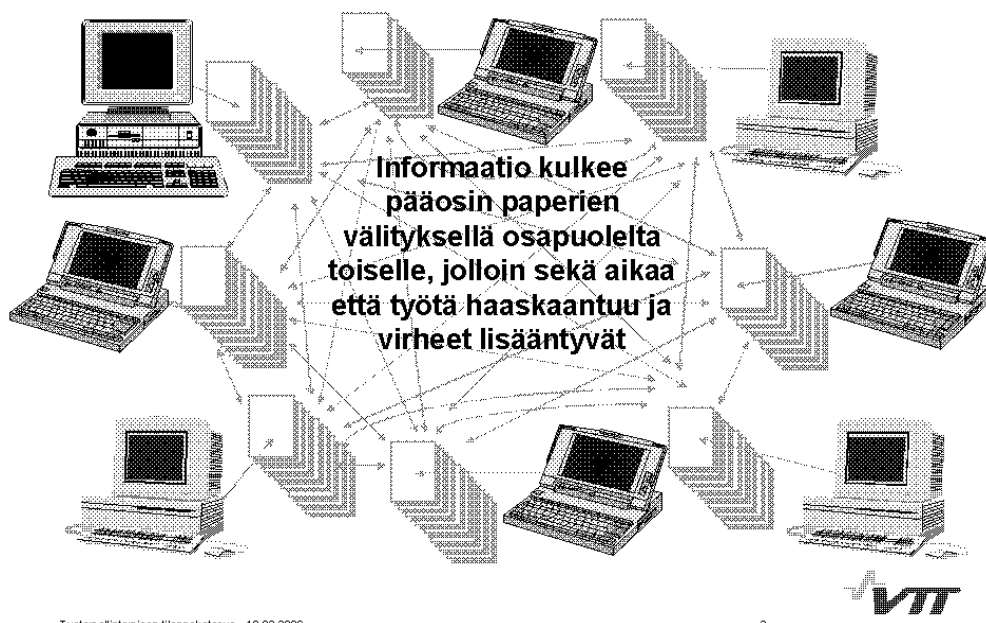
2.1.2 Perinteinen rakennusprosessi Suomessa

Perinteisessä rakentamisprosessissa haasteena on osapuolten suuri lukumäärä, huono tiedon kulku, dokumenttipohjaisuus ja erilaisten analyysien tekemisen vaikeus, joista seuraa tietokoneella tulkittavan tiedon puute [1].

Lähtötietoina perinteisessä rakentamisprosessissa on tilaohjelma ja alustavat laatuvaatimukset, joiden avulla saadaan kustannukset $\pm 20\%$ ja elinkaariarvio $\pm 25\%$ tarkkuudella [1].

Lisäksi kaikki suunnitelmat ja muu dokumentointi siirtyy osapuolelta toiselle paperisina asiakirjoina, joiden sähköiseen järjestelmään siirtäminen vaatii dokumenttien skannausta (kuva 4).

Dokumentti/2D-pohjainen prosessi



Kuva 4. Tiedonsiirto nykyaikana. [2.]

2.1.3 Tietomalli Suomessa

Nykyisessä rakentamisprosessissa, jossa käytetään tietomallia, virtuaalinen kiinteistön suunnittelu, rakentaminen, käyttö ja ylläpito ovat tuotemallien avulla mahdollista. Toteutus mallinnetaan tietokoneella ennen kuin varsinainen fyysinen rakentaminen ja rakennuksen käyttö alkaa. Tietomalli sisältää erilaisten rakentamisen vaihtoehtojen tarkastelun ja päätösten vaikutusten arvioinnin koko kiinteistön elinkaaren ajalta. [1.]

Lähtökohtana on digitaalinen malli rakentamisesta, rakennusten toiminnasta ja hallinnasta niiden elinkaaren aikana. Tuotemallien hyödyntäminen mahdollistaa suunnitteilla olevan rakennuksen monipuolisen, suunnittelua ohjaavan analysoinnin, jonka tuloksena saadaan rakentamiskustannus, elinkaarikustannus, energiankulutus, ekotase ja muita rakennuksen olennaisia tietoja. [1.]

Mallin avulla rakentamisessa erona perinteiseen rakentamisprojektiin on visualisoinnin avulla nähtävät tilojen keskinäiset riippuvuudet. Kustannukset saadaan $\pm 3\%$ tarkkuudella, elinkaariarvio tarkentuu huomattavasti ollen $\pm 5\%$:n tasoa. Tuotannon alustava suunnittelu on

mahdollista jo työmaan suunnitteluvaiheessa, 4D-tarkastelu mahdollistuu, vaihtoehtojen toteutusmuotojen tutkiminen ja verifiointi omistajalle nopeutuu ja helpottuu. [1.]

Lisäksi informaatio kulkee hyödynnettävässä muodossa datana järjestelmästä toiseen (kuva 5).

Integroitu tuotemallipohjainen prosessi



Kuva 5. Tiedonsiirto tietomallipohjaisessa prosessissa. [1.]

Tietomallit voidaan jaotella niminä toimittajien ja hankkeen vaiheen mukaan taulukon 1 mukaisesti [6].

Taulukko 1. Tietomallien nimet jaoteltuna toimittajan ja hankkeen vaiheen mukaan. [6.]

Tietomalli rakennusprosessissa	ARK -suunnittelija	RAK -suunnittelija	TATE- suunnittelija	Urakoitsija / toimittaja
Hankesuunnittelu (korjauskohde)	Vaatimusmalli (Inventointimalli)	Vaatimusmalli (Inventointimalli)	Vaatimusmalli (Inventointimalli)	
Ehdotussuunnittelu	Massa-, tilaryhmä-, tilamallit	Tilavarausmalli	Tilavarausmalli	
Yleissuunnittelu	Alustava rakennusosamalli	Alustava rakennemalli	Alustava järjestelmämalli	Alustava tuotantomalli
Hankintoja palveleva suunnittelu	Rakennusosamalli - hankinnat	Rakennemalli - hankinnat	Järjestelmämalli - hankinnat	Tuotantomalli
Toteutussuunnittelu	Rakennusosamalli - toteutus	Rakennemalli - toteutus	Järjestelmämalli - toteutus	Tuotantomalli
Rakentaminen	Toteumamalli	Toteumamalli	Toteumamalli	Tuotantomalli

2.2 Tekijänoikeuksien vaikutukset tietomalliin

2.2.1 Tekijänoikeussuoja

Tekijänoikeuslain (404/61) 1 §:n mukaan sillä, joka on luonut kirjallisen tai taiteellisen teoksen, on tekijänoikeus teokseen. Teoslajeista mainitaan lainkohdassa esimerkkinä muun muassa rakennustaiteen tuote. Kirjallisena teoksena pidetään saman pykälän 2 momentin mukaan myös selittävää piirustusta. Tekijänoikeudella suojataan käyttötarkoituksesta riippumatta kaikkia luovan työn tuotteita.

Tekijänoikeussuojaa saadakseen tuotteen on kuitenkin yllettävä teostasoon. Teostasovaatimusta ei ole tarkemmin määritelty tekijänoikeuslaissa, vaan ratkaisu on tehtävä kussakin yksittäistapauksessa erikseen. Tärkeimpänä vaatimuksena on, että tuotteen tulee olla itsenäinen ja omaperäinen ja että se ilmentää tekijänsä persoonallisuutta. Omaperäisyydellä ymmärretään sellaista ainutkertaisuutta, että ku-

kaan muu kuin tekijä itsenäisesti työhön ryhtyessään ei olisi päätenyt samanlaiseen lopputulokseen. [7.]

Tekijänoikeus ei suojaa tuotteen ideoita, aiheita, tietosisältöä tai yksittäisiä tietoja, vaan ainoastaan sitä ilmenemismuotoa, johon ne on saatettu. Siten tuotteen tietoja ja ideoita voi hyödyntää tekijänoikeuden estämättä, kunhan niitä käytetään itsenäisellä ja omaperäisellä tavalla. Tekijänoikeus syntyy aina teoksen luojalle eli luonnolliselle henkilölle. Lain 6 §:n mukaan, jos kaksi tai useammat ovat yhdessä luoneet teoksen heidän osuuksiensa muodostamatta itsenäisiä teoksia, on tekijänoikeus heillä yhteisesti. Kullakin heistä on kuitenkin valta vaatimusten esittämiseen oikeuden loukkausten johdosta.

Tekijänoikeuslain 2 §:n mukaan tekijänoikeus tuottaa tietyin rajoituksin yksinomaisen oikeuden määrätä teoksesta valmistamalla siitä kappaleita ja saattamalla se yleisön saataviin muuttamattomana tai muutettuna. Teoksen kappaleiden valmistamista on muun muassa rakennuksen rakentaminen piirustusten mukaisesti ja piirustusten kopioiminen. Tekijänoikeus on voimassa lain 43 §:n mukaan kunnes viisikymmentä vuotta on kulunut tekijän tai, 6 §:ssä tarkoitetun yhteisteoksen kohdalla, viimeksi kuolleen tekijän kuolinvuodesta.

2.2.2 *Rakennustaiteen tuote*

Rakennustaiteen tuotteita ovat sekä rakennuksen piirustukset että valmiit rakennukset, jotka molemmat ovat saman rakennusteoksen kappaleita. Myös rakennuksen on tekijänoikeussuojaa saadakseen yllättävä teostasoon. [7.]

Tekijänoikeussuojaa saavan rakennuksen tulee olla yksilöllisesti suunniteltu. Rakennuksen omaperäisyys ja ainutlaatuisuus voivat olla havaittavissa joko rakennuksen julkisivussa tai sen sisäosissa. Tekijänoikeussuojaa eivät kuitenkaan saa yksinkertaiset, itsestään selvät rakenneratkaisut. [7.]

Oikeuskäytännöstä voidaan mainita korkeimman oikeuden ratkaisu KKO 1989:149, jossa arkkitehdin suunnitteleman tyyppitalon ei katsot-

tu nauttivan tekijänoikeussuojaa rakennustaiteen tuotteena. Ratkaisussa katsottiin, että rakennus ei ollut riittävän omaperäinen ja itsenäinen arkkitehtonisilta elementeiltään eikä myöskään kokonaisuutena. [7.]

Tekijänoikeudet voivat haitata tietomallien saamista tai oikeastaan luovuttamista rakennusvalvonnan arkistoon, koska useimmin tietomallilla suunniteltavat kohteet ovat suuria uniikkeja rakennuksia, joita todennäköisesti koskevat rakennustaiteen tuotetta koskevat tekijänoikeuslait. [7.]

Tämänlaisten rakennusten mallien luovuttamiseen täytyy luoda pelisäännöt ja kehittää prosessi, kuinka ja minkälaisessa muodossa malli luovutetaan rakennusvalvontaan arkistoitavaksi. Toisaalta rakennusvalvonnan arkistossa olevat asiakirjat ovat pääasiassa julkisia (lukuun ottamatta salassa pidettäviä), joita kuka tahansa voi käydä tilaamassa katsottavaksi ja tarvittaessa voi ostaa myös kopiot haluamistaan asiakirjoista.

2.3 Sähköinen asiointi

Sähköisellä asioinnilla tarkoitetaan palveluiden tarjoamista ja käyttöä sekä tietojen jakamista verkon kautta. Palvelut voidaan jakaa asiointipalveluihin ja muihin palveluihin. Useat asiointipalvelut vaativat viranomaiskäsittelyä, kuten kansaneläkelaitoksen tai poliisin sähköisessä palvelussa asiointi. Jos sähköinen asiointi edellyttää tunnistamista, se voidaan tehdä joko käyttäjätunnuksen ja salasanan avulla tai varmenteen avulla. [8.]

Sähköiset asiointipalvelut ovat yksi hallinnon kehittämisen painopistealueista. Sähköinen asiointi tuo uuden ulottuvuuden viranomaisten väliseen yhteistoimintaan, kun palveluja ja päätöksentekoa voidaan aiempaa suuremmassa määrin ketjuttaa. Keskeisiä kysymyksiä ovat mm. asiointin käsittelyvaiheiden ja päätöksenteon dokumentointi, säilytysvastuiden määrittely ja seulontakysymykset. [8.]

Sähköisten asiointipalvelujen kehittäminen ja viranomaisten verkottuminen rakentuvat pääosin internet-teknologian varaan. Sähköinen asiointi lisää tarvetta kehittää asioiden käsittelyprosesseja siten, että asioiden vireille tulo, tiedon käsittely ja säilyttäminen sekä tarpeettoman tiedon hävittäminen ovat osa hallinnollista prosessia, eivät sen irrallisia osia, ja että toimenpiteet dokumentoituvat järjestelmässä mahdollisimman vaivattomasti. [8.]

Laki sähköisestä asioinnista hallinnossa (24.1.2003/13) on keskeisin säädös sähköisen asioinnin kehittämistyössä. Lakia sovelletaan hallintoasian sähköiseen vireillepanoon, käsittelyyn ja päätöksen tiedoksi antamiseen viranomaisessa. Sitä sovelletaan sähköiseen asiointiin myös silloin, kun hallintoasian käsittely on muun kuin julkisyhteisön tehtävänä. Laissa erotetaan sähköinen viesti ja sähköinen asiakirja. [8.]

Sähköisellä viestillä tarkoitetaan sähköisellä tiedonsiirtomenetelmällä lähetettyä tarvittaessa kirjalliseen muotoon tallennettavissa olevaa informaatiota, kuten esimerkiksi sähköpostiviesti. Sähköisellä asiakirjalla tarkoitetaan puolestaan sähköistä viestiä, joka liittyy asian vireillepanoon, käsittelyyn tai päätöksen tiedottamiseen, kuten esimerkiksi rakennusvalvontaviranomaisen lähettämää sähköpostivastausta jonkin määräyksen tulkintaan asiakkaalle. [8.]

Käsitteiden erottaminen on tärkeää, koska laissa edellytetään saapuneiden sähköisten asiakirjojen kirjaamista tai niiden saapumisen muulla luotettavalla tavalla tapahtuvaa rekisteröintiä. Sen sijaan sähköiset viestit voidaan jättää kirjaamatta. Mikäli asia on pantava vireille allekirjoitetulla asiakirjalla, voidaan allekirjoitukseksi hyväksyä laissa määritelly sähköinen allekirjoitus. Sähköinen allekirjoitus varmistaa sähköisen viestin alkuperäisyyden ja eheyden. [8.]

Lain mukaan sähköisen asiakirjan kirjaus- tai muista vastaavista merkinnöistä on käytävä ilmi asiakirjan saapumisajankohta sekä merkinnät asiakirjan eheyden ja alkuperäisyyden toteamisesta. Mikäli tiedos-

toformaatti muuttuu, menetetään sähköisen allekirjoituksen eheys (ei-kä sen avulla voida enää varmentaa sähköisen asiakirjan eheyttä). Sähköinen allekirjoitus menettää siten merkityksensä. [8.]

Jos viranomaisen hallussa olevan sähköisen asiakirjan todistusvoima myöhemmin kyseenalaistetaan, viranomainen voi perustella asiakirjan todistusvoimaisuutta diaarimerkinnoilla ja lain sähköisestä asioinnista edellyttämällä arkistointijärjestelmän luotettavuudella. Sähköisen asioinnin yhteydessä saapumisajankohdan rekisteröinti välittömästi on tärkeää, koska palveluja pyritään tarjoamaan ympärivuorokautisesti. Sen sijaan eheyden ja alkuperäisyyden toteaminen voi tapahtua normaaliin työskentelyaikaan. Samassa yhteydessä ratkaistaan tarvittaessa myös se, onko kyse sähköisestä viestistä vai asiakirjasta. [8.]

Rationalisointihyötyjen saamiseksi sähköiset asiointipalvelut on tarkoituksenmukaista integroida viranomaisen sähköiseen asiankäsitelyjärjestelmään ja automatisoida mahdollisimman pitkälle. Koska sähköisen asioinnin muotoa ei kuitenkaan voida rajata yksinomaan www-lomakkeisiin perustuvaksi (myös sähköposti ja telefax ovat lain tarkoittamia asiointimuotoja), tulee diaari- ja asiankäsitelyratkaisujen olla sellaisia, että myös muita sähköisiä tai paperiasiakirjoja voidaan ottaa vastaan ja käsitellä. [9.]

Asiakirjahallinnon näkökulmasta on tärkeää, että sähköiset asiointipalvelut otetaan huomioon viranomaisen arkistonmuodostuksessa. Käytännössä tämä merkitsee paitsi kirjaamis- tai rekisteröintiratkaisujen kehittämistä, myös asiointipalveluissa syntyvien muiden tietoaineistojen inventointia ja niiden elinkaaren suunnittelua. Osa tietoaineistoista voi olla sähköisessä, osa paperimuodossa tai jossakin muussa muodossa. [9.]

2.4 Kunnalliset sähköiset palvelut

Suomen valtio ja kunnat ovat laittaneet alulle KRYSP-hankkeen, jonka tavoitteena on määritellä sähköinen asiointipalvelukokonaisuus, joka tarjoaa kuntalaisille, yrityksille ja viranomaisille asumiseen, rakentamiseen ja muuttamiseen liittyviä palveluita ja tietoja. Projektin tuloksena voidaan toimia tehokkaasti käyttämällä projektissa luotujen määritysten ansiosta yhdenmukaisella tavalla tietovarantoja ja tietopalveluja.

Asianhallinnan uudistamishanke tähtää asiankäsittelyn yhtenäistämiseen Helsingin kaupungissa. Tulevasta järjestelmästä käytetään nimitystä Ahjo.

"Maasto PC"-projekti kartoittaa kannettavien tietokoneiden käytettävyyttä "maasto-olosuhteissa". Projektin tarkoituksena on virittää PC:iden käytettävyys sellaiseksi, jotta suurin osa viranomaiskatselmuksien kirjaamisista voitaisiin tehdä jo kohteessa paikanpäällä, jolloin asiat ovat paremmin muistissa eikä tarvitsisi käyttää toimistolla aikaa asioiden viemiseksi järjestelmään.

Helmi-projekti on sähköisen työpöydän kehittämishanke, jonka aikana virastojen ja liikelaitosten omat intranetit tulevat siirtymään pääsääntöisesti keskitetylle sähköiselle työpöytäalustalle. Projektin tavoitteena on rakentaa intranet-alusta ja tätä käyttävä sähköinen työpöytäratkaisu, joka sisältää sähköisen työpöydän perustoiminnallisuudet käsittäen seuraavat kokonaisuudet: julkaisujärjestelmä-, haku-, työryhmätila-, extranet- ja filenet-integrointi sekä sähköiset lomakkeet. Sähköinen työpöytäratkaisu on tullut Helsingin kaupungin työntekijöiden käyttöön kevään 2010 aikana.

Helsingin rakennusvalvontavirasto on hakemassa rahoitusta sekä Helsingin innovaatio-ohjelmasta että RYM Oy:n BIM-kehitysohjelmasta uusille hankkeille. Pääehdotuksena on tietomallipalvelimen perustaminen, jolla olisi mahdollista ratkaista useita toimialan kehittymiseen liittyviä ongelmia. Tällä hetkellä eri suunnittelualat tekevät omia mallejaan, joita pyritään yhdistämään jälkikäteen Solibri

Model Checker -ohjelmiston avulla. Tarkistuskierrosten jälkeenkin malleissa joudutaan hyväksymään paljon pieniä virheitä. Eri suunnittelijat tekevät paljon päällekkäistä työtä mallien yksityiskohtien kanssa ja näiltä voitaisiin välttyä keskitetyn mallin avulla.

Helsingin kaupungin kiinteistöviraston kaupunkimittausosasto kmo tarjoaa lähtöaineistoja rakentamisen erilaisiin tarpeisiin. Niitä käyttävät myös kaupungin suunnittelussa, rakentamisessa ja kunnossapidossa toimivat yritykset ja muu liike-elämä, joka toimii kaupungin alueella. Yksityiset kansalaiset tarvitsevat näitä aineistoja erityisesti rakentamiseen liittyvissä tehtävissä. [10.]

Tärkein aineisto on 2D / 3D -kantakartta 1:500. Siinä rakennusten sijainnit ovat noin 5 cm tarkkuudella. 3D-aineistosta on saatavana maastomallit ja rakennusmallit. Kmo:n tavoitteena on saada kaikki kantakartta-aineisto 3D-muotoon. Tarvittaessa kmo tekee tilauksesta 3D-mallin tilaajan haluamasta kohteesta. Työn lähtöaineistoina ovat laserskannaus, ilmakuvat ja maastomittaukset. Mallin tekemiseen menee aikaa noin puolesta – kahteen päivään riippuen kohteen koosta. [10.]

Muita saatavia aineistoja ovat:

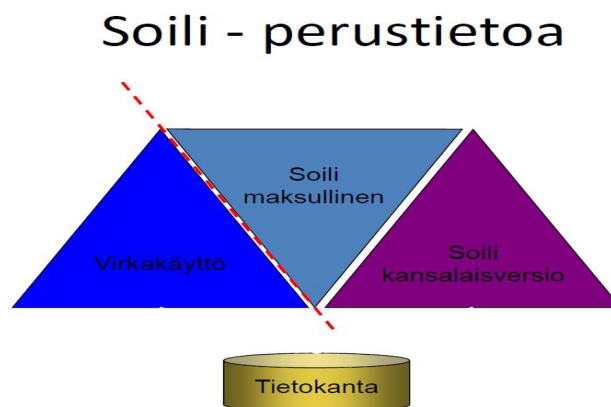
- johtokartta 1:500
- kiinteistökartta 1:4000 / 1:10 000
- opaskartta 1:10 000 / 1:20 000
- seutukartta 1:30 000
- keskilinjakartta
- kuntarekisteriaineistot (kiinteistöt, rakennukset, kaavatiedot, kaavayksiköt, nimistö)
- osoitekanta

- kiintopisteverkko. [10.]

Maanpinnan korkeusaseman ajantasaista seuranta ei ole, mutta kmo päivittää tietoja kolmen vuoden välein. Tonttikohtaisia täydennyksiä kmo tekee vuosittain 700 – 1000 kappaletta. [10.]

Helsingin asemakaavat, ajantasakaavat ja valmisteilla olevat kaavat löytyvät paikkatietopalvelusta, jonka kautta voi katsella kaupungin kartta-aineistoja. Paikkatietopalvelun perusversio on maksuton, mutta halutessaan asiakas voi saada siitä myös laajemmat kartta-aineistot sisältävän maksullisen version. [10.]

Kiinteistöviraston geoteknisellä osastolla on Soili-palvelu, jonka kautta voi ladata tehtyjen maaperätutkimusten tulokset pohjavesitietoineen. Osa Soilissa olevista tiedoista on kaupunkilaisille ilmaista ja osa maksullista. Virkakäytössä Soili on hinnoiteltu palvelusopimuksen mukaisesti. Soili-palvelun osioita on kuvattu kuvassa 6. Soili on täysin automaattinen palvelu, jossa ei ole minkäänlaista datan esikäsittelyä, vaan kaikki palvelussa näkyvä tieto tuotetaan suoraan tietokannasta ja kaikki (95 %) tietokannassa oleva tieto on tuotettu sinne automaattisesti suoraan kairauskoneista. [11.]



Soili – Geotekninen osasto

Kuva 6. Soili-palvelun osat. [11.]

Lähtötiedot ovat saatavilla seuraavilla formaateilla: dgn, dwg, dxf sekä rasterimuoto. Kmo tutkii myös IFC-muotoisen aineiston saatavuutta. [12.]

Kmo:n tarjoamat aineistojen luovutukset voidaan jakaa seuraaviin:

- Viranomaistoimitusten ja -toimenpiteiden yhteydessä tehtävät luovutukset (rakennuslupakartta, toimituskartta, tonttijakokartta)
- Johtotietopalvelu (5000 rakennusprojektia katualueilla vuosittain, luovutus yleensä paperilla) asiakkaille ilmainen, laitokset maksavat palvelun kustannukset eri sopimuksilla
- Aineistojen käyttöoikeus tietoliikenneverkossa (virastot ja laitokset sekä johtoja ja kaapeleita omistavat yritykset) vuosisopimuksin
- Yhteistyösopimukset esim. seudun kuntien ja YTV:n kanssa (pääosin maksutonta aineistovaihdantaa)
- Yhteistyösopimukset mm. kaupalliseen jatkokäyttöön liittyen (kiinteitä maksuja tai rojalteja, varsinaisia jälleenmyyntisopimuksia vain painettujen karttojen osalta, usein sovitaan ylläpidosta, voivat sisältää myös aineistovaihdantaa). [12.]

Digitaalisten karttatiedostojen käyttöoikeuden luovutuksissa kmo rajaa käyttöoikeuden sisällön, alueen ja käyttöajan osalta, määrittää käyttötarkoituksen ja -volyymin, sopii edelleen luovutuksista ja julkaisuista erikseen. Koska kertaluovutuksia on määrällisesti eniten, pitkäkestoisten käyttotarpeiden yhteydessä pyritään sopimaan myös päivityksistä. [12]

Vaikka kaupunki tarjoaa aiemmin mainittuja lähtötietoaineistoja asiakkaille, on niiden löytäminen ja saaminen suunnittelijoiden käyttöön kiiressissä aikatauluissa joskus varsin vaikeaa. Jos aineistot löytyisivät valmiina tietomallipalvelimelta, kaupungin sähköiset lähtöaineistot saataisiin täysimittaisesti ja helposti käyttöön. Turha päällekkäinen työ vähenisi ja suunnittelijoiden toiminta helpottuisi.

Suunnittelijoiden tekemistä tietomalleista saataisiin tarkka lähtöaineisto yleistä kaupunkimallia varten. Kaupunkimallia voitaisiin hyödyntää laajasti kohteiden sovittamisessa ympäristöönsä eri tason suunnittelussa mm. kaavoitus- ja rakennuslupavaiheessa. Tällä hetkellä mallien saaminen kaupungin käyttöön on käytännössä lähes mahdotonta, koska mallien tekijänoikeudet jäävät suunnittelijoille. Tarjoamalla tietomallipalvelimen käyttöä asiakkaille, kaupunki voisi saada mallien käyttöoikeuden rakennuslupaprosessin yhteydessä.

2.5 Sähköinen arkistointi

Helsingin rakennusvalvonta on aika ajoin tutkinut mahdollisuutta sähköiseen arkistointiin. Arkistointia ohjaa Arkistolaki ja tiedonohjaussuunnitelma TOS. Arkistolaitos määrää, mitkä arkistolain piiriin kuuluvien arkistonmuodostajien asiakirjat ja asiakirjoihin sisältyvät tiedot säilytetään pysyvästi (ArkistoL 8.3 §).

Rakennusvalvonnalla pysyvästi säilytettäviä asiakirjoja ovat:

- rakennuslupamenettelyssä vahvistetut pääpiirustukset (julkisivu-, leikkaus-, pohja- ja asemapiirustukset)
- rakennuslupakäsittelyä varten pyydetty lausunnot ja rakennuslupapäätökset
- toimenpidelupamenettelyn toimenpidelupapäätökset
- purkamislupa- ja purkamisilmoitusmenettelyssä lupakäsittelyä varten pyydetty lausunnot ja lupapäätökset
- maisematyölupamenettelyssä maisematyölupahakemukset liitteineen ja lupapäätökset
- kuntien rakennusvalvontarekisterit kuntatieto- ja kuntarekisterijärjestelmissä (sis. rakennusvalvonnan seurantatiedot sekä perustiedot hankkeesta, rakennuspaikasta, hakijoista ja suunnittelijoista; mm. Helsingissä Facta)

- rakennusrasitteen perustamisessa hakemukset liitteineen, rakennusrasitepäätökset ja kiinteistöjen yhteisjärjestelyjä koskevat päätökset
- muutoksenhaussa säilytetään päätökset oikaisuvaatimusasiassa. Muutoksenhaussa hallintopakkopäätöksessä säilytetään kunnan antamat vastineet ja toimenpideselvitykset sekä vastaavat asiakirjat kuten myös asianomaisen valitusviranomaisen päätös. [13.]

Eriyissuunnitelmien arkistointia voi luonnehtia lähes pysyväksi. Eriyissuunnitelmat säilytetään rakennuksen/rakennelman purkamiseen asti eli jopa satoja vuosia.

Sähköiseen arkistointiin siirtymiseen, mikäli halutaan säilyttää pysyvästi säilytettäviä asiakirjoja yksinomaan sähköisessä muodossa, tarvitaan aina arkistolaitoksen lupa. Lupaa on haettava, vaikka pysyvä sähköinen arkistointi tapahtuisi arkistolaitoksen ulkopuolella. Lupa on määräaikainen ja kohdistuu aina määrättyyn toimintaympäristöön, ei pelkkään järjestelmään. [14.]

Arkistolaitos ohjeistaa luvan hakijaa, kuinka aineiston käsittelyyn liittyvät tekniset ratkaisut, prosessit ja asiakirjahallinnolliset toiminnallisuudet kuvataan hakemuksessa [14].

Siirtyessään sähköiseen arkistointiin rakennusvalvontaviraston tulee selvittää, mitä arkistoitavasta materiaalista säilytetään, missä muodossa ja miten sen säilytysajat on huomioitu. Selvitettäviä asioita on myös tiedon käsittelyn periaatteet sovelluksissa, miten alkuperäisyys ja eheys taataan, miten tietojen käytettävyys taataan, miten tietoturva ja tietosuoja toteutetaan sekä miten kuvataan sähköisen arkistoinnin käyttöympäristö. [14.]

Luvan saamisen edellytyksenä on edellisen kappaleen mukaisen selvityksen lopputuotteena oleva toimiva järjestelmä. Järjestelmässä on turvattu aktiiviajan materiaalin säilyminen, huomioitu tietoturvasuu-

den tarpeet, taattu arkistoitavan materiaalin eheys ja alkuperä, prosessoitu järjestelmällinen asiakirjahallinto ja niiden käsittelyvaiheet sekä tilasiirtymät, otettu huomioon metatietojen säilytys ja määritelty kuinka arkistointiajan jälkeen tiedot hävitetään hallitusti. [14.]

Kuten kaikissa lupa asioissa, myös sähköisen arkistoinnin lupaa haettaessa tarvitaan lupahakemus. Lupahakemukseen sisältyy lupahakemuslomake ja liitteitä, jotka kuvaavat tietojärjestelmää ja sen käyttöä, asiankäsittelyä ja tietoturvasoaa ja -menetelmiä. Lupahakemuksessa on kuvattava ”miten järjestelmä täyttää SÄHKE-vaatimukset”. [14.]

Sähköisen arkistoinnin lain 21 § Arkistointi sanoo:

”Sähköinen asiakirja on arkistoitava siten, että sen alkuperäisyys ja säilyminen sisällöltään muuttumattomana voidaan myöhemmin osoittaa.”

3 TIETOMALLI RAKENNUSVALVONNASSA

3.1 Rakennusvalvonnan nykytilanne

3.1.1 Lupakäsittely

Lupakäsittelyn apuna tietomallia on käytetty jo jonkin verran pääsuunnittelijoiden eri kohteisiin teettäminä 3D-animaatioina. Näiden avulla rakennusten ympäristöön sijoittumisten havainnollistaminen on huomattavasti helpompaa kuin perinteisten 2D-suunnitelmien avulla. Lupakäsittelyssä suoranaisesti ei ole hyödynnetty laadittuja 3D-suunnitelmia, vaan ne ovat olleet pääasiassa käytössä joko kaupunkikuvaneuvottelukunnan tai rakennuslautakunnan kokousten esittelymateriaaleina.

Kaikki lupakäsittelyssä käsiteltävät suunnitelmat ovat paperisia 2D-suunnitelmia, joita tarkastellaan ja taitellaan kuten aina ennenkin.

3.1.2 Rakennustyönaikainen valvonta

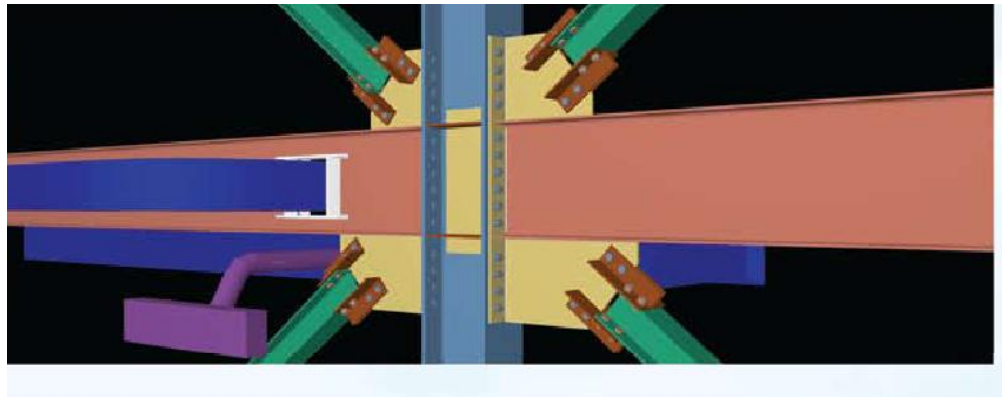
Rakennustyön aikaisessa valvonnassa ei tietomallia ole käytössä. Eri-tyyppisuunnitelmat toimitetaan kahtena sarjana paperisina 2D-suunnitelmina, joista toinen menee työmaalle ja toinen arkistoon.

3.2 Tietomalli rakennustyönaikaisessa valvonnassa

Tietomallin käyttöönoton edellytyksenä rakennustyönaikaisessa valvonnassa voisi tärkeimpänä pitää erityissuunnitelmia vastaanottavien ja työmaakatselmuksia toimittavien viranhaltijoiden koulutusta Solibri Model Checker (myöhemmin tarkastusohjelma) ja Solibri Model Viewer (myöhemmin katseluohjelma) -ohjelmistojen käyttöön.

Tietomallin rakennustyönaikaisessa valvonnassa pääpaino on suunnitelmien vastaanotossa. Eri-tyyppisuunnitelmia laativat suunnittelijat toimittavat rakenne- tai LVI-mallin viranhaltijalle, joka katseluohjelman avul-

la tutustuu malliin pistokokein. Katseluohjelman avulla pystytään tekemään samat havainnot kuin paperisista suunnitelmista. 3D-suunnitelmista rakenteen kokonaisuus on paremmin hahmoteltavissa. Katseluohjelman avulla voidaan liikkua mallissa rakenneosasta toiseen ja pystytään katselemaan yksityiskohtaisesti liitoksia eri suunnilta (Kuva 7).



Kuva 7. 3D -piirros liitoksesta ja osittain talotekniikkaa näkyvissä. [15]

Tarkastusohjelmalla on tehty törmäystarkastelut arkkitehti -, LVIS- ja rakennemallien yhteensovituksessa, jolloin rakennemallissakin on otettu huomioon tekniikan vaatimat läpiviennit ynnä muut sellaiset toimenpiteet, jotka vaikuttavat rakenteiden vakavuuteen.

LVI-mallista nähdään myös kaikki talotekniikan osat, niiden mitoitus ja reititykset.

3.3 Tietomalli lupakäsittelyssä tulevaisuudessa

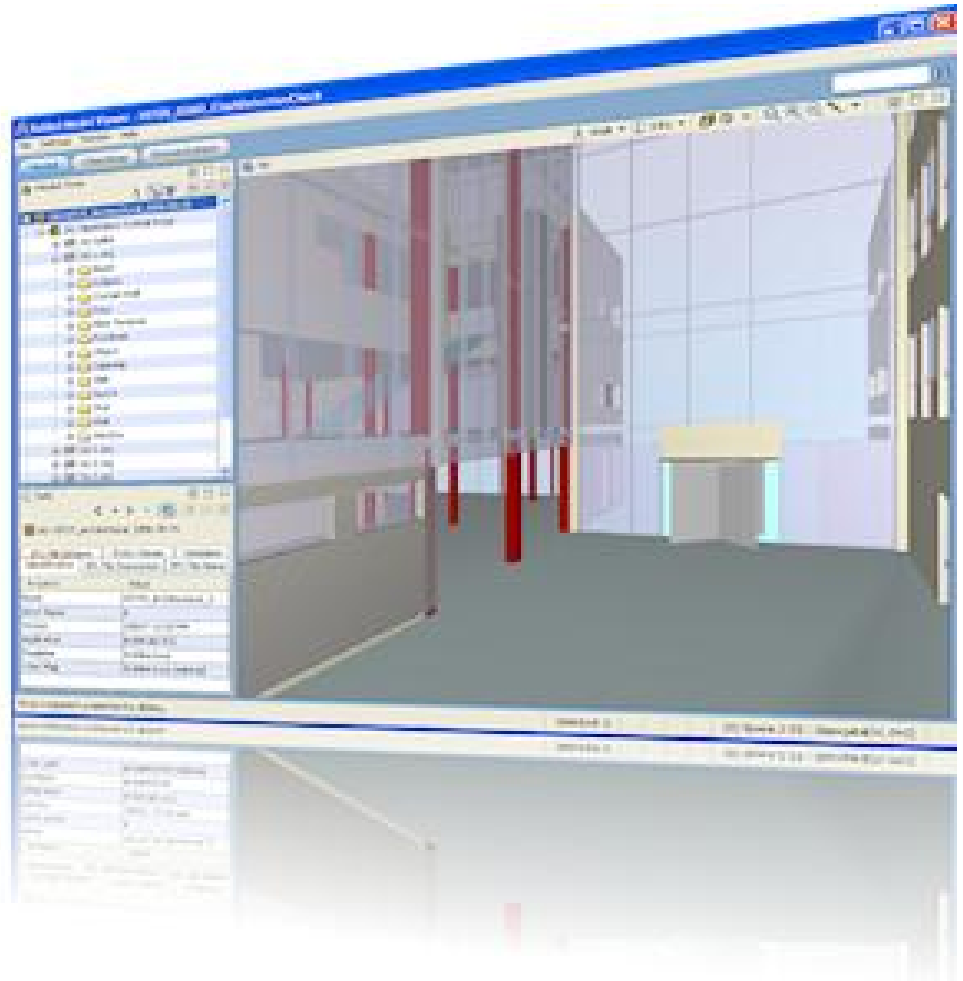
Tietomallin käyttöönoton edellytyksenä lupakäsittelyn kannalta voisi tärkeimpänä pitää lupakäsittelijöiden koulutusta mallien tarkastusohjelman ja mallien katseluohjelman käyttöön.

Katseluohjelman, joka on ilmainen, avulla lupakäsittelijä pystyy tekemään samat havainnot kuin paperisista suunnitelmista kuitenkin saaden 3D-suunnitelmista visuaalisemman kuvan joutumatta miettimään, miltä rakennus näyttää oikeasti. Suunnittelijan ja lupakäsittelijän visiot eivät välttämättä ole samanlaiset, jolloin 2D-suunnitelmista ei saa ker-

ralla kokonaiskuvaa rakennuksesta ja sen ympäristöstä. Mikäli kaavatiedot saadaan mukaan myös BIM-mallinnukseen tulevaisuudessa, pystyy lupakäsittelijä katseluohjelmalla hahmottamaan käsiteltävän rakennuksen kaavanmukaisuuden niin kaupunkikuvan kuin tontille sijoittumisen kannalta. Kohteen ollessa kulttuurihistoriallinen tai suojeltu suunnitelmista nähdään heti, kuinka esimerkiksi korjauksen toteutus on suunniteltu ja onko suunnitelma rakennuksen hengen mukainen. Lupakäsittelijä pystyy hahmottamaan huonejaon, pinta-alan ja korkeuden suhteen paremmin. Maastonmuodot ja suhteet naapurirakennuksiin on myös paremmin hahmotettavissa (kuva 8). Rakennusosien tiedot löytyvät tietomallista helpommin ja rakennuksen värimaailma on heti nähtävissä. Kuvassa 9 on näkymä Solibri Model Vieweristä.

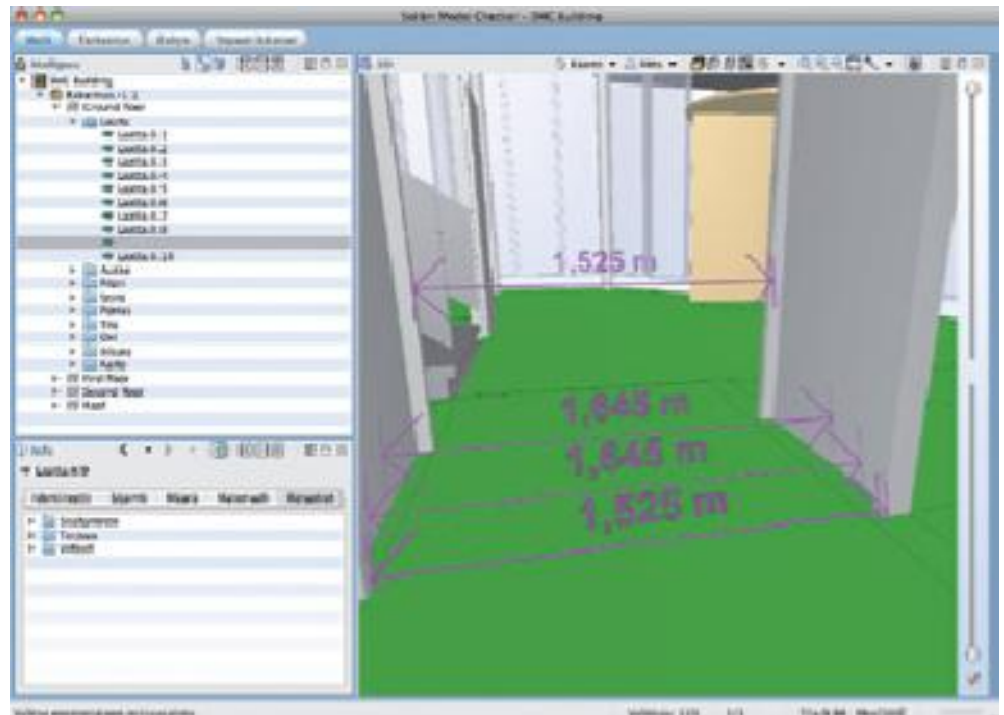


Kuva 8. Rakennusten hahmotelma maastoon. [16.]



Kuva 9. Näkymä Solibri Model Vieweristä. [17.]

Tarkastusohjelmalla lupakäsittelijä voi tehdä kaiken saman kuin katseluohjelmalla. Lisänä tarkastusohjelmassa on tarkastusominaisuus, jonka avulla lupakäsittelijä voi tarkistaa erilaisia määräysten mukaisuuksien toteutumisia ohjelmaan luotujen säännösten avulla (kuva 10). Tarkastusohjelmassa olevien säännösten avulla voidaan tarkastaa esimerkiksi esteettömyysasioita, jotka ovat tarkastusohjelmassa jo valmiina (kuva 11). Tarkastusohjelmaan voi lisätä säännöstöjä tarpeen mukaan (kuva 12).



Kuva 10. SMC:llä tehtävää käytävän leveyden tarkastusta. [17.]

Esteettömyysäännöt

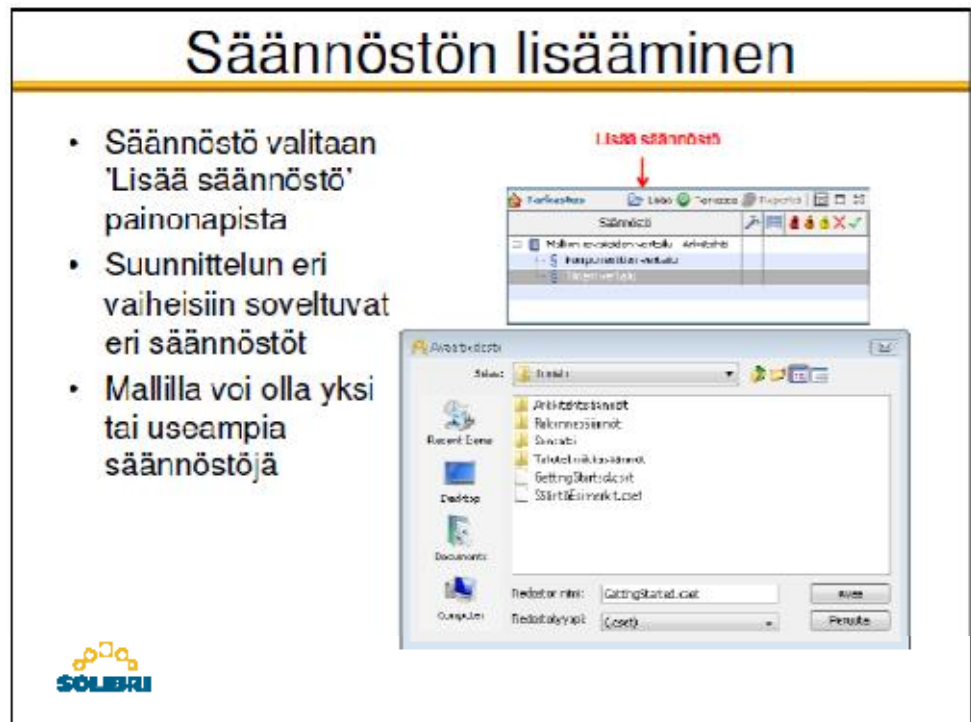
- Kylpyhuoneissa pyörähdysympyrä 1,5 m
- Punainen ympyrä on vaatimustaso, vihreä osoittaa tilanteen

60-in (1525-mm)-Diameter Space

60-in (1525-mm)-Diameter Space

SOLERI

Kuva 11. SMC:n esteettömyystarkasteluperiaate. [17.]

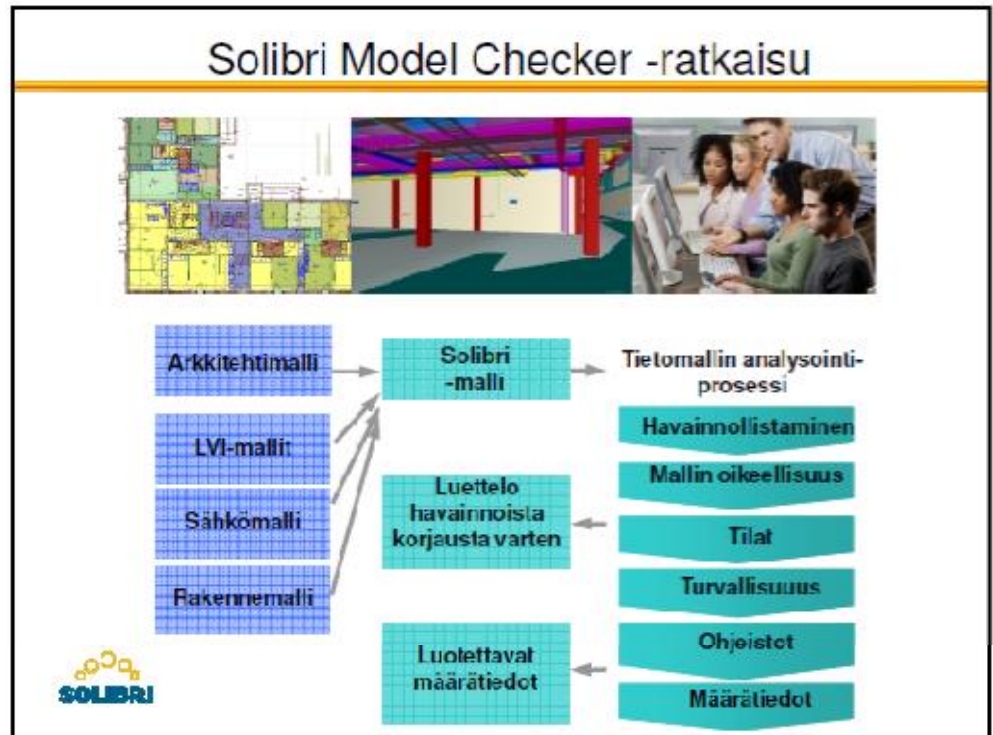


Kuva 12. Säännöstön lisääminen. [17.]

Tarkastusohjelman käytön tulisi olla jollakin asteella rutiinia myös rakennusvalvonnan työssä. Pääasiassa edellytetään pääsuunnittelijan kuitenkin huolehtivan, että kaikki tarkastukset on tehty ennen tietomallin toimittamista rakennusvalvontaan. Lupakäsittelijä käyttäisi tarkastusohjelmaa vain, jos mallissa on jotakin epäselvää.

3.4 Ohjelmistot

Rakennusvalvontavirastoon on keväällä 2010 hankittu Solibri Model Checker -tietomallin tarkastusohjelma. Tämän ohjelman avulla voidaan arkkitehti-, LVI-, sähkö- ja rakennemallit yhdistämällä tehdä Solibri-malli (kuva 13). Tätä yhdistettyä mallia tarkastelemalla havaitaan mahdolliset risteämät ja epäkohdat jo suunnitteluvaiheessa. Havainnot voivat liittyä esimerkiksi tilojen oikeellisuuteen, turvallisuuteen tai viranomais määräyksiin. Havainnot perustuvat säännöstöihin, joita ohjelmaan on luotu valmiiksi ja joita voidaan luoda lisää eri tarkoituksia varten. Ohjelman käyttöön on rakennusvalvontavirastossa peruskoulutettu kymmenkunta henkeä.



Kuva 13. SMC-mallin periaate. [17.]

Rakennusvalvontavirastolla on käytössä myös muita ohjelmia, joilla voi hyödyntää tietomallia, esimerkiksi Nemetschek Groupin Archicad, AutoDeskin NavisWorks Review ja Bentley'n Triforma arkkitehtuurilaa-jennus. Näiden eri ohjelmistotalojen ohjelmien yhteensopivuudessa on yleensä ongelmia, jolloin toisella ohjelmalla tehdyt asiat eivät välttämättä toimi toisen valmistajan ohjelmalla.

3.5 Tilanne ulkomailla

Tietomallin käytöstä on kokemuksia muualta maailmasta esimerkiksi Singaporessa, Norjassa ja Yhdysvalloissa.

3.5.1 Singapore

Singapore on aloittanut Corenet-hankkeen jo 1990-luvulla kehittämään rakennusvalvonnan sähköistä asiointia sisällyttäen alusta alkaen mukaan kaikkien ARK, RAK ym. suunnitelmien vastaanottamisen IFC-standardin mukaisena tietomallina [18].

Singaporen rakennusvalvontaviranomaisen yhteistyökumppaneina toimivat muut viranomaiset ja yksityiset yritykset, joille Singaporen valtio tarjoaa palvelun, joka mahdollistaa yritysten nopeuttaa investointisuunnitelmiaan ja päätöksentekoaan [18].

Corenet-hanke on mahdollistanut sähköisten suunnitelmien toimittamisen rakennusvalvontaviranomaiselle, jolloin viranomainen voi suorittaa suunnitelmien ja luvan tarkistamisen ja hyväksynnän sähköisesti [18].

Ongelmia suunnitelmien toimittamisessa on erilaisten ohjelmien käyttö suunnitelmia laadittaessa ja ohjelmien yhteensopivuuksien ristiriidat IFC-standardin kanssa [18.]. Tämän vuoksi rakennusvalvontaviranomaisella on kolmisenkymmentä työntekijää muokkaamassa suunnitelmia yhteensopiviksi valtion oman järjestelmän kanssa.

3.5.2 Norja

Norjassa Statsbygg, joka on valtion puolesta toimiva kiinteistöjen haltija ja rakennusalan neuvonantaja, on edistänyt tietomallin käyttöä viime vuosina. Norjan kodinrakentajien yhdistys on kannustanut teollisuutta ottamaan käyttöön tietomallin ja IFC:n projekteissaan. Useat norjalaiset urakoitsijat ovat toteuttaneet tietomallijärjestelmien integrointia ICT-tuen avulla asunto- ja talotuotannossaan. [18.]

Norjan tietomalliohjeet on nimetty BIM-käsikirjaksi. BIM-käsikirja on yhdenmukaistettu käsittämään norjalaisen CAD-standardin NS8353 CAD -käsikirja sisällön, ja se on laadittu yhteensopivaksi Yhdysvaltojen NBIMS-standardin kanssa. Tämä opas on alun perin laadittu Statsbyggin käyttöön, mutta sitä käyttävät nykyisin myös muut osapuolet. Lisäksi Statsbygg on päättänyt käyttää tietomallia rakennuksien koko elinkaaren ajan. Vuonna 2007 vain viidessä hankkeessa oli käytetty tietomallia. Tavoitteena on että kaikki hankkeet käyttävät IFC/IFD-standardiin perustuvaa tietomallia vuonna 2010. [18.]

Yksityisellä sektorilla Selvaag-Bluethink on kehittänyt ICT-ratkaisuja jotka perustuvat tietomalliin. SINTEF on Norjan johtava tietomallia tutkivat organisaatio. Se on osa Erabuildia, joka on kansallisten t & k -ohjelmien verkosto, joissa keskitytään rakentamisen ja rakennuksien käyttöä parantavien välineiden kestävään kehittämiseen. Erabuildia rahoitetaan Itävallasta, Tanskasta, Suomesta, Ranskasta, Saksasta, Alankomaista, Ruotsista, Norjasta ja Isosta-Britanniasta. Norjasta Research Council rahoittaa Erabuildia. Norja on ensimmäisten harvojen maiden joukossa kehittämässä IFD (kansainväliset puitteet Sanakirjat) -standardia rakennustekniikan järjestelmään (ISO 12006-3), joka on aloite maailmanlaajuiseen soveltamiseen. [18.]

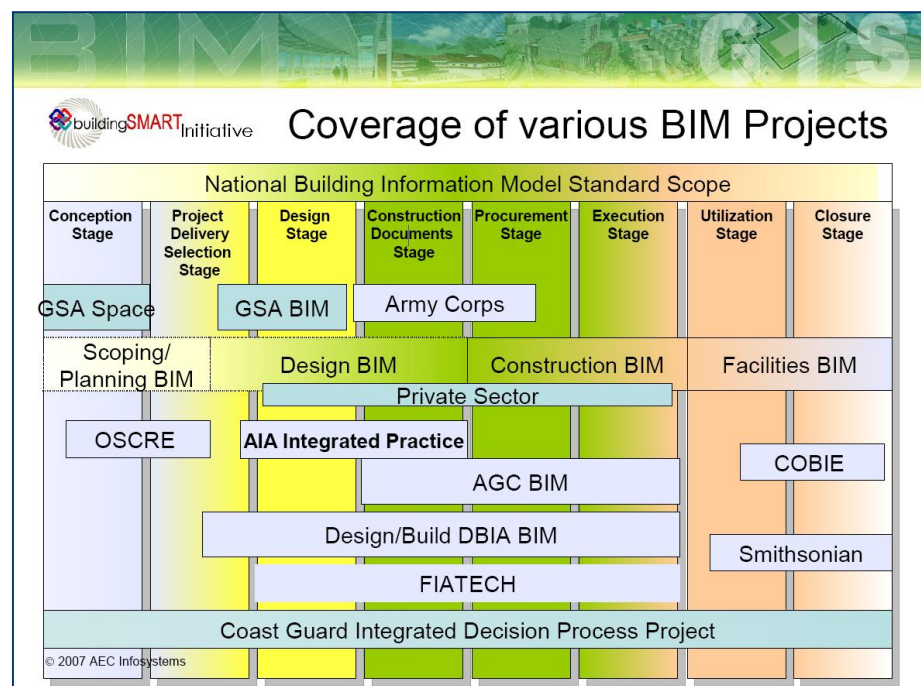
SINTEF on mukana myös useissa sisäisissä ja osastojen välisissä buildingSMARTin hankkeissa kehittämässä tietomallin suuntaviivoja. BuildingSMART on kansallinen yhteistyöhanke, joka keskittyy yhteistyöhön kaikissa rakennusten kehittämisen ja toteuttamisen hankkeissa. Norjan University of Science and Technologyssa (NTNU) useat opiskelija projektit ja opinnäytetyöaiheet ovat keskittyneet buildingSMART-teknologiaan ja ne on toteutettu yhdessä teollisuuden ja tutkimusorganisaatioiden kanssa. Nämä auttavat kehittämään toteutettavia kursseja. [18.]

3.5.3 Yhdysvallat

Yhdysvaltojen Palveluiden tiedottamistoimikunta (*The Facility Information Council (FIC)*), joka toimii Kansallisen rakennustieteiden laitoksen (*The National Institute of Building Sciences (NIBS)*) alaisuudessa, on asettanut komitean luomaan kansallisen rakennuksen tietomallistandardin (*National Building Information Model Standard (NBIMS)*). [5.]

NBIMS-komitea pyrkii helpottamaan rakennuksen elinkaarenaikaista prosessi-integraatiota tarjoamalla yhteisen mallin kuvaamaan rakennuksen tietoja. Yhteisen mallin käytön odotetaan vähentävän merkittävästi rakennuskustannuksia, tarkentavan vakuutusyhtiöiden vastuita, parantavan rakentamisen aikataulunhallintaa kasvattaen samalla rakennusten käyttöominaisuuksia, käyttöikää ja parantaen rakennusten turvallisuutta. [5.]

Yhdysvalloissa on useita tahoja, jotka panostavat tietomallihankkeisiin. Kuvassa 14 on esitetty kooste eri tietomalliprojekteista Yhdysvalloissa. Taulukko kertoo eri organisaatioiden käyttämistä tietomallialueista. Esimerkiksi yksityiset toimijat ovat mukana pääasiassa suunnittelu- ja rakentamistietomalliprojekteissa. [5.]

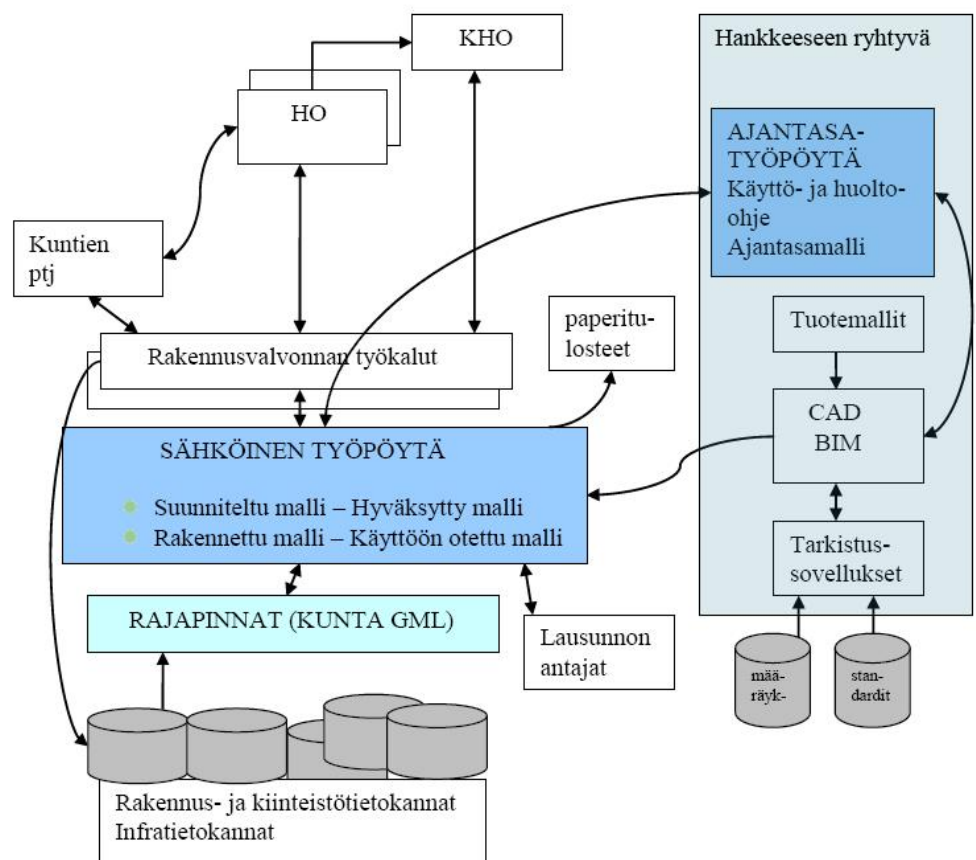


Kuva 14. Yhdysvaltojen tietomalliprojekteja.[5.]

3.6 Valtiollinen visio

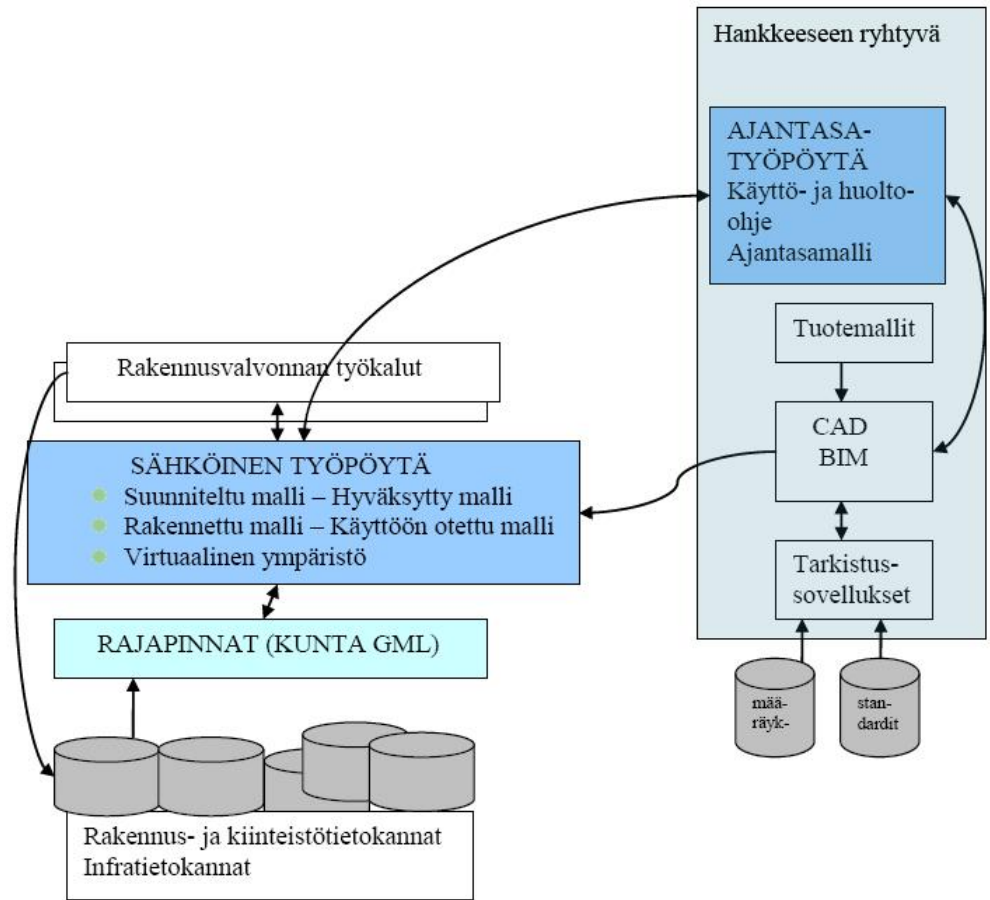
Suomen ympäristöministeriössä on kehitetty visiota virtuaalivaltakunnasta, jossa rakennuksen tietomalli ei ole käytössä pelkästään rakentamisaikaisena työkaluna vaan tietomalli kattaa koko rakennuksen elinkaaren.

Virtuaalivaltakunnassa tietoa kerätään sähköiselle työpöydälle viranomaisilta ja rakennushankkeeseen ryhtyvältä, joka pitää yllä ajantasa-työpöytää hankkeestaan jatkuvasti (kuva 15) [19].



Kuva 15. Virtuaalivaltakunnan tiedon kerääminen.[19.]

Virtuaalivaltakuntaan kootaan kaikki hankkeet linkittämällä ne sähköiseen valtakunnalliseen työpöytään (Kuva 16) [19].



Kuva 16. Virtuaalivaltakunnan kokoaminen.[19.]

4 TIETOMALLIN KÄYTTÖÖNOTON EDELLYTYKSET

4.1 Tavoite

Ensisijaisena tavoitteena on toiminnan tehostaminen ja asiakaspalvelun parantaminen. Uusien toimintatapojen käyttöönotto ei ole itsetarkoitus. Tietomallien käytön tavoitteena on lisäksi rakentamisen laadun parantaminen mm. suunnittelupuutteita vähentämällä.

Tietomallit ovat tulleet rakennusteollisuuden arkipäivään yllättävän nopeasti, mutta kunnallisen rakennusvalvonnan tarkoitus ei ole toimia liian hätiköidysti vaan siirtyä pienin askelin harkitusti erilaisten pilottihankkeiden ja valtakunnallisten linjauksien pohjalta kohti tietomallimaailmaa. Henkilöresurssien riittävyys on ollut mm. Kuntaliiton huolella siirryttäessä uuteen systeemiin. Kukaan (esimerkiksi ympäristöministeriö) ei ole toistaiseksi esittänyt minkäänlaisia laskelmia muutoksen kustannuksista. Kustannus-/hyötyanalyysi tulisi tehdä.

Suunnittelu tehdään tietomallin avulla. Osaamisen kehittyessä tietomallien käyttö tehostaa ja helpottaa rakentamisen lisäksi myös suunnitteluvaihetta vähentäen rakentamisen virheitä. Suunnittelu täytyy siis aloittaa nykyistä aiemmin, jotta kaikki tekijät saadaan mukaan suunnitelmiin.

4.2 Yhteistyö

Rakennusvalvonnan tulee aktiivisesti olla mukana yhteistyössä eri toimijoiden kanssa ja vaikuttaa esimerkiksi tietomallin tarkastusohjelman tarkastussääntöihin. Tarkastussääntöjen avulla tarkastetaan suunnitelmien yhteensopivuus ja määräystenmukaisuus tietomallista mahdollisimman yksinkertaisella tavalla. Nämä edellä mainitut tarkastussäännöt on ensisijaisesti tarkoitettu suunnittelijoiden käyttöön. Rakennusvalvontaviranomaisen ei tarvitse kuin pistokokein käyttää ohjelmaa eli ”kun on syytä epäillä”.

4.3 Helsingin kaupungin tuottamien aineistojen käyttö

Helsingin kaupunki on tuottanut runsaasti digitaalista aineistoa kunta-laisten käyttöön. Jostakin syystä esimerkiksi suunnittelijoille ei ole tarjolla riittävää ohjeistusta siitä, mistä digitaalista aineistoa voi pyytää kaupungilta, vaan ovat joutuneet teettämään niitä uudestaan. Tästä aiheutuu turhan paljon tuplatyötä, paljon virheitä, epätarkkuuksia ja puutteita suunnitelmiin sekä tietysti lisäkustannuksia projekteille.

Yhtenä yleisimpänä esimerkkinä on korkeusasematietojen digitointi karttatulosteista, vaikka kaupunki on tuottanut samat tiedot jo valmiiksi digitaaliseen muotoon. Rakennusvalvontavirastosta tulisi löytyä tieto siitä, mistä saadaan kaupungin tuottamaa digitoitua aineistoa. Tämä toisi huomattavaa lisäarvoa asiakaspalveluun.

Lisäksi, myös rakennusvalvonta voi saavuttaa lisäarvoa esimerkiksi seuraavalla tavalla:

Suunnittelija tilaa kaupungilta ympäristömallin, jonka jälkeen suunnittelija istuttaa BIM-mallin kaupungilta saatuun ympäristömalliin ja toimittaa mallin kaupungille, jonka jälkeen kaupunki taltioi geometriatiedon soveltuvaan järjestelmäänsä.

Suunnittelijat hyötyvät tällaisesta täydentyvästä ympäristömallista, johon uusi rakennus saadaan istutettua suoraan oikeaan korkeusasemaan, ei tarvitse suunnitella ympäristöä uudelleen eli kaksinkertaiselta työltä välttyään ja ympäristö voidaan visualisoida tarkemmin. Suunnittelijat pystyvät ottamaan paremmin huomioon myös liittymät johtoihin.

Viranomaisen hyötyy ketjusta mm. saamalla jatkuvasti päivittyvän ajantasaisen virtuaalisen kaupunkimallin, joka voidaan tarjota uusille projekteille valmiiksi ympäristömallipohjaksi. Hyödyt ovat samankaltaisia kuin suunnittelijan hyödyt. Lisänä on suuri hyöty kaupunkisuunnittelussa/kaavoituksessa päällekkäisen työn välttämiseksi, esim. ra-

kennusten kaksinkertaisessa digitoinnissa. Rakennusvalvonnassa hyötynä on lisäarvo lupakäsittelyyn/päätäjille helpomman visualisoinnin mahdollisuudesta.

5 KYSELYIDEN JA HAASTATTELUIDEN TULOKSIA

5.1 Solibri Model Checker -koulutukseen osallistuneiden kommentit

Kyselyn tarkoituksena oli saada koulutukseen osallistuneilta rakennusteknisen- ja kaupunkikuvaosaston henkilöiltä ehdotuksia tuotemalliin sisällytettävistä tarkastussäännöistä, jotka olisivat oleellisia rakennusvalvonnan työssä. Haastateltaviksi tavoitettiin seitsemästä koulutukseen osallistuneesta kuusi, joiden lisänä ovat myös opinnäytetyön tekijän omia ajatuksia sekä rakenneyksikön päällikön Risto Levannon kommentit.

5.2 Kaupunkikuvaosaston osallistujien kommentit

Keskusteluissa tuli yhteneväiseksi linjaukseksi se, ettei rakennusvalvonnan tehtävä ole ”tarkastaa” suunnitelmien oikeellisuutta, vaan rakennusvalvonta on yhteistyössä ammattisuunnittelijoiden kanssa, joiden tehtävä on tuottaa kelpollisia suunnitelmia [20].

Tarkastussäännöt, joita voidaan tarkastusohjelmaan luoda, ovat sellaisia, jotka pystyvät tarkastamaan vain mallissa olevia, tällä hetkellä lähinnä numeerisia tietoja. Näiden luominen ei ole rakennusvalvonnan tehtävä, vaan konsultit voivat luoda ne suoraan Suomen rakentamismääräyksistä. Tarkastussäännöillä ei pysty vaikuttamaan lupakäsittelyn päätehtävään eli kaavanmukaisuuden arviointiin. [20.]

Numeeriset tarkastussäännötkään eivät toimi aina. Hyvänä esimerkkinä voidaan pitää esteettömyyteen liittyvää pyörähdysympyrää, jonka halkaisija rakentamismääräyksissä on 1500 millimetriä. Pyörähdysympyrän mitoitus sallii ympyrän kulkevan esimerkiksi pesualtaan ja wc-istuimen alta. Tarkastussääntö ei tätä salli, jolloin pesuhuoneiden pinta-ala kasvaa lisäten rakentamiskustannuksia. [20.]

Kuitenkin tietomallia pidetään hyvänä tulevaisuuden työkaluna, jonka käyttöönottoon pitää siirtyä vaiheittain. Kaiken kaikkiaan lähtökohtana

on kuitenkin kokonaisuuden sähköinen hallinta. Aloitetaan sähköisen asioinnin kehittämisellä, jolloin ensi askeleena olisi kaiken muun tiedon saanti sähköisesti. Kuitenkin on muistettava, että rakennusvalvonnan täytyy jatkossakin hallita myös niiden asiakkaiden palvelu, jotka toimivat paperimaailmassa. Siirtyminen paperista sähköisyyteen vaatii myös muutoksia lakiin ja määräyksiin, lähinnä arkistovelvoitteen takia. Muutos on iso ja vaatii paljon uuden määrittelyä ja opettelua. [20.]

Lupakäsittelyn kannalta erinomainen asia olisi, jos aluksi toimitettaisiin julkisivupiirustukset 3D-kuvina lisättynä eri suunnista tehdyillä perspektiivikuvilla. Rakennuksen tontille sovittaminen voitaisiin toteuttaa myös 3D:nä kaupunkimittausosastolta saatuun pohjakarttaan, jossa on esitetty myös, joko olemassa olevat tai kaavoittajan alustavasti suunnittelemaat naapurirakennukset. 2D-kuvista ei kuitenkaan pystytä vielä luopumaan. Esimerkiksi pohjapiirrokset täytyy esittää vielä 2D:nä, jotka saadaan myös otettua irti tietomallista. Lisäksi kaikki asiakirjat voisi toimittaa myös sähköisesti rakennusvalvontaan. [20.]

Sähköistä toimittamista varten tallennusmuoto täytyy olla määritelty. Tallennusmuoto voi olla pdf, jolloin ne eivät vie kovin suurta tilaa tiedostoina arkistointilevyiltä. Kuitenkin yhtenä kysymyksenä ovat myös arkistoinnin vaatimukset eli täytyykö joitain piirustuksia löytyä myös paperisina arkistosta. [20.]

Tietomalli ei välttämättä käy kaikkiin lupatyyppeihin. Helsingin rakennusvalvonnassa on lupatyyppeinä A-, B-, C- ja D-lupia, jotka ovat eriluonteisia. A-lupien, joita ovat uudisrakentamisen tai siihen verrattavan rakentamisen luvat, sisään mahtuvat niin pientalot kuin suuret toimistorakennuksetkin. Näissä luvissa voi tietomallia edellyttää käytettävän jopa kokonaisuudessaan. Pientaloja toimittavat rakentajille suurimmalta osaltaan pientalotehtaat, joilla kolmiulotteinen suunnittelu on jo hyvin pitkälti käytössä. Isot kohteet käyttävät suurelta osin suunnittelutoimistoja, joilla tietomallin käyttö on arkipäivää. [20.]

B-luvat ovat uudisrakentamiseen verrattavia laajennuslupia. Joiltain osin näihinkin voisi soveltaa tietomallia, jos alkuperäinen laajennettava rakennus on mallinnettu. C-luvat ovat toimenpidelupia, jotka ovat suurelta osin julkisivukorjauksia tai pieniä muutoksia sisältäviä toimenpiteitä. Näihin lupiin on hankala käyttää tietomallia tehtävien toimenpiteiden ollessa niin pienimuotoisia, ettei niihin riitä kapasiteettia tietomallin käyttöön. D-luvat ovat muutos- ja korjaustyölupia, joilla ei lisätä kerrosalaa. Näitä ovat esimerkiksi linjasaneeraukset, märkätilamuutos- ja käyttötarkoituksenmuutosluvat. Näihin lupiin tietomallin käyttämiselle on samoja rajoituksia kuin C-luvissakin. [20.]

5.3 Rakennusteknisen osaston kommentit

5.3.1 Talotekniikkayksikkö

Talotekniikkayksikön koulutukseen osallistuneiden kommentteista näkökulma on enempi toteutuksen suunnittelun seurannassa. Tietomallista voisi saada materiaalit eriteltynä ja niistä erityisesti läpivientien tekninen toteutus ja viemärien kallistukset. [21.]

Tietomallia tarkastelemalla voitaisiin korvata perinteinen piirustusten läpikäynti piirustusten toimittamisen yhteydessä eli suunnitelmat esiteltäisiin tietomallin avulla. Tietomallista täytyisi saada helposti myös esille kohteen talotekniset ratkaisut, jotka liittyvät turvallisuuteen ja terveellisyyteen. Tämänlainen raportti voisi olla osana kohteen törmäystarkastelua. [21.]

Tietomalli tuo mukanaan sen, että talotekniikan suunnitelmien ajankohtaa täytyy aikaistaa huomattavasti nykyisestä käytännöstä. Rakennusvalvonta ei pysty aikatauluttamiseen puuttumaan. Rakennusvalvonta tutkii lupavaiheessa luvan myöntämisen edellytyksiä. Pitkälle viety talotekninen suunnittelu ei tätä välttämättä ole. Luvan myöntämisen jälkeen seurataan luvan mukaista toteutusta eikä oteta kantaa aikatauluihin, vaan luvan- ja rakentamismääräyksien mukaiseen lopputulokseen. [21.]

5.3.2 Rakenneyksikkö

Tietomallit ovat osittain jo nykypäivää ja varmasti tulevaisuutta. Tulee kuitenkin tarkkaan pohtia, missä laajuudessa ja tahdissa rakennusvalvonta siihen osallistuu. Koko ajan on myös pidettävä mielessä kunkin osapuolen tehtävät (hankkeeseen ryhtyvä, suunnittelijat, viranomainen). Rakennusvalvonnan ei pidä tarpeettomasti ottaa itselleen sille kuulumattomia tehtäviä. [22.]

Rakennusvalvonnan kannalta oleellinen asia on lupavaihe ja arkistointi; voidaanko tietomallilla korvata vahvistetut pääpiirustukset ja paperiversioiden arkistointi? Lupavaiheessa naapurien kuuleminen tietomallin kanssa onkin mielenkiintoista. Kaikilla naapureilla ei ole mahdollista katsoa tietomallia sähköisesti kotonaan. Jos piirustuksissa pysytään, on rakennusvalvonnalle samantekevää, millä menetelmällä kuvat tuotetaan. Kun siirrytään kokonaan tietomalliin, rakennusvalvonnalle riittää mallien katseluohjelmat. Erityissuunnitelmien toimittamisessa voidaan toimia kuten tähänkin asti. Suunnittelija esittelee ja osanee mallia käyttää. Suunnittelija voi tulla kannettavan tietokoneen kanssa esittelemään suunnitelmat ja luovuttaa sitten rakennusvalvontaan sovitussa formaatissa olevan tiedoston. [22.]

Viranhaltijat eivät ryhdy omin päin tulkitsemaan mallia, vaan suunnittelija esittelee mallin. Suunnitelman esittelyn tulee kuulua prosessiin. Lupakäsittelijän tehtävä ei ole virheiden etsiminen tietomallista. Poikkeamat asemakaavasta ja rakentamismääräyskokoelmasta tulee suunnittelijan erikseen listata. [22.]

Vähintäänkin pitää edellyttää, että malliin on tallennettu valmiiksi riittävä määrä näkymiä (esim. pohjapiirrokset, julkisivut), joissa on oikeat tasot (layers, levels tms.) ladattuna. Rakennusvalvonnalle tulee riittää pelkkä selailuosaaminen. [22.]

Tietomallin tullessa rakennusvalvontaan asettaa se katselumuksillekin enemmän ennakoivaa hankkeeseen tutustumista, koska rakenne-

suunnitelmat ovat mallissa. Katselmusten valmisteluun tulee tällöin varata riittävästi aikaa. [22.]

5.4 Yleistä keskustelua virastopäällikön kanssa opinnäytteen aihealueesta

Tietomalli on tulossa vääjäämättä rakennusvalvontaan jollakin aikavälillä ja tämän vuoksi tulee tulevaisuudessa asettaa enenevissä määrin lisää resursseja toimintojen kehittämiseen, jotta tietomallin parissa työskentelystä tulisi mahdollisimman helppoa. Tietomalli ei ainakaan aluksi helpota rakennusvalvonnan työtä johtuen henkilöstön eritasoisista tietoteknisistä valmiuksista. Myös järjestelmien toimivuus ja resurssien riittämättömyys kuormittavat henkilöstöä. Pieniä kehitysaskeleita ottamalla, kouluttamalla henkilöstöä ja kehittämällä järjestelmät kunnolla toimiviksi, työ helpottuu.

Tarkastusohjelmassa olevat tarkastussäännöt täytyy säätää toimimaan siten, että ne ottavat huomioon rakennusvalvonnan tulkinat määräyksistä. Tämän johdosta yhtenä rakennusvalvonnan tehtävänä on olla mukana aiemmin mainitun tarkastusohjelman tarkastussääntöjen kehittämisessä suunnittelijoiden käyttöön. Tärkeätä olisi saada tietomallista esille kaikki poikkeamat määräyksistä.

Vaikka lainsäädännöllisesti rakennusvalvonnan tehtäviin ei kuulu ”tarkastaa” suunnitelmia, maankäyttö- ja rakennuslain mukaan asiakkaan tulee vahvistuttaa pääpiirustukset luvan myöntämisen yhteydessä rakennusvalvonnassa. Pääpiirustusten vahvistamisen yhteydessä viranhaltija ”tarkastaa” asemakaava- ja rakennusmääräysten täyttymisen suunnitelmista rakennusvalvontaviraston tehtävien mukaisesti.

Tietomallin tullessa mukaan rakennusvalvontaprosessiin täytyy päättää, millaisissa projekteissa tietomallia aletaan soveltaa. Todennäköisesti ainakin aluksi tietomalli tulee kyseeseen isompien rakennusliikkeiden ja suunnittelutoimistojen projekteissa. Toisaalta pienemmät suunnittelutoimistot eivät ole niin kankeita päätöksissään, vaan voivat tarttua helpommin kiinni uusiin kuvioihin. Edellytyksenä on riittävien resurssien turvaaminen/järjestäminen.

Pientalotoimittajat ovat jo hyvässä valmiudessa, ainakin sähköisen asioinnin osalta. Niitä jopa helpottaisi, jos kaikki asiakirjat voisi toimittaa rakennusvalvontaan sähköisesti.

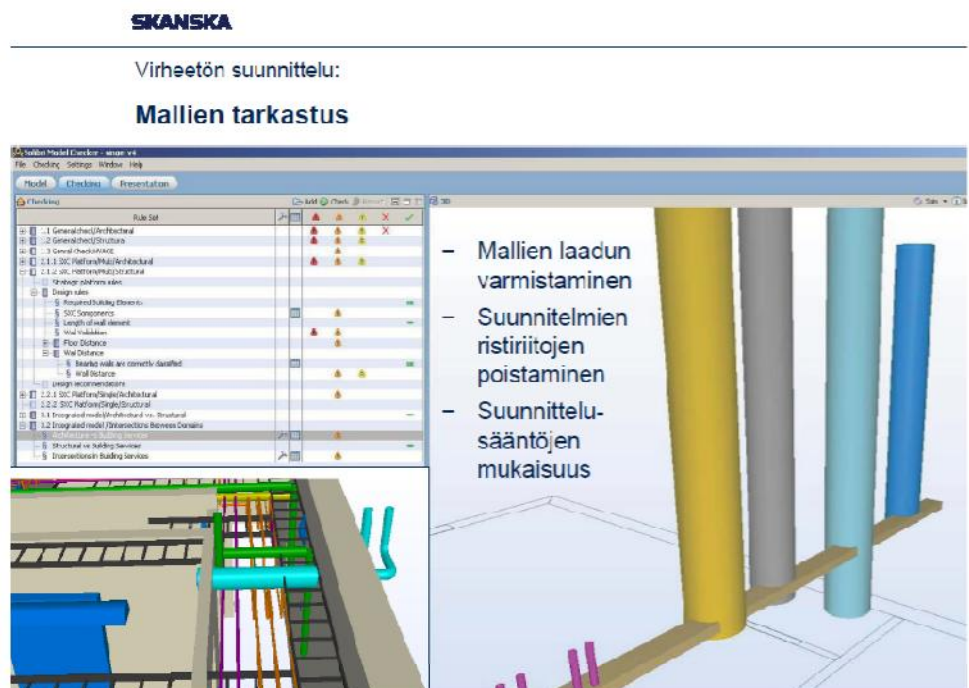
Tietomallin käyttöönotto nopeuttaa asiakkaiden asiointia ja mahdollisesti lupakäsittelyä antaen siten asiakkaalle lisäarvoa. Toisaalta tietomalli myös työllistää rakennusvalvontaa enemmän. Riskinä sähköisesti toimitettavalla tietomallilla on muutosten toimittamisen mahdollisuus vuorokauden ympäri. Asiakkaat ovat yleensä kiireisiä ja he luulevat asioiden tulleen käsitellyksi jo heti seuraavan työpäivän aamuna. Tämä saattaa johtaa viranhaltijoiden ylikuormittumiseen.

Huomioon täytyy ottaa myös arkistoinnin vaatimukset, jota tässä opinäytetyössä on käsitelty jo aiemmin. Suomen rakentamismääräyskoelman osan A2 mukaan arkistoitavien piirustusten tulee vastata toteutusta. Hankkeen lopussa rakennushankkeeseen ryhtynyt toimittaa rakennusvalvontavirastoon arkistoitavaksi ns. As Built -piirustukset. As Built -piirustukset on lopullinen tietomalli hankkeesta, joka arkistoidaan hyväksytyssä muodossa.

5.5 Case-kohde: Tietomallien käyttö Skanskan työmaalla

Skanska käyttää tietomalleja hankkeidensa suunnittelussa. Tämän vuoksi Skanska on järjestänyt rakennusvalvonnalle mahdollisuuden seurata tietomallihankkeen etenemistä omissa kohteissaan. Case-kohde on Skanska Kodit Oy:n Tuomarilanrinne 1 asuntotyömaa, jonne tehtiin työmaakäynti 15.3.2010. Työmaakäynti oli osa rakennusvalvontaviraston tietomalliselvitystä, jonka yhtenä osana on tämä YAMK-opinnäytetyö.

Asianomaisen kohteen suunnittelusta on tehty tietomallit (Ark, Rakenne, LVIS). Teklan palvelimella sijaitseva tietomalli tallentuu työmaan työasemalle. Työmaalla ei mallia voi muokata, mutta aikatauluja voi muuttaa. Solibri model checker -ohjelmalla tehtävä ”risteilytarkkailu” tarkistaa (kuva 17), että rakenne- ja arkkitehtimallit sopivat yhteen, jolloin saadaan tieto myös varaussuunnittelun onnistumisesta kerralla paikalleen. [23.]



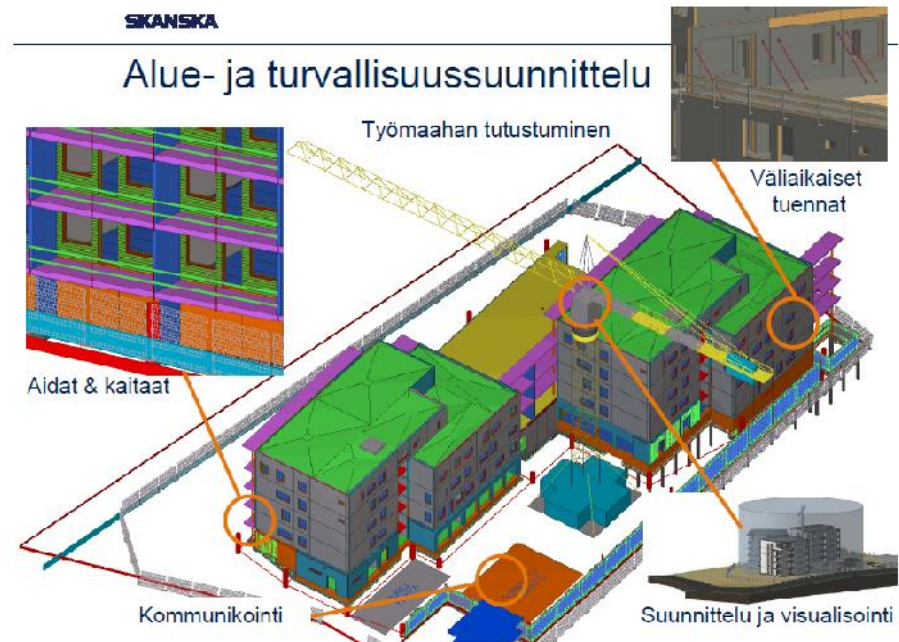
Kuva 17. ”Risteilytarkkailu.”[16.]

BIM-mallin työmaakäytössä on monia hyötyjä. Esimerkiksi visualisointi auttaa työnsuunnittelua, työn raportit ja sen listaukset helpottuvat (ku-

va 18), rungon asennussuunnittelu saadaan suoraan malliin, määrä-laskennan tarkastelu helpottuu ja työmaasuunnittelu on havainnolli-sempaa (kuva 19). Havainnollistaminen on helpompaa, koska työ-maalle saadaan tulosteet värillisinä. [23.]



Kuva 18. Työsuunnittelua eli tuotannon ohjausta. [16.]



Kuva 19. Työmaasuunnittelua mallin avulla. [16.]

Koska malliin on valmiiksi piirretty ankkurit, joita elementissä on, voidaan tehdä elementtien nostosuunnitelma. Mallista saadaan elementtiluettelo kerroksittain sekä alapinnan ja yläpinnan korkeusasemat. Asennusjärjestys ja aikataulut saadaan päivän tarkkuudella. Paikalla-valujen rauditus- ja raudoitteidentäivutusluettelot voidaan tulostaa suoraan mallista. Runkomitat haetaan kuitenkin suoraan rakennemallista, mutta BIM-mallissa näkyy, mitkä työt on tehty valmiiksi. Lisäksi työturvallisuuden suunnittelu havainnollistuu (kuva 20). Koordinaattien haku malliin on ongelma, koska eri kunnissa on käytössä eri koordinaattijärjestelmät. Mittamies hakee koordinaatit mallista CAD-ohjelmaan. [23.]



Kuva 20. Työturvallisuussuunnittelua. [16.]

Toisaalta haittapuoliakin työmaalla on. Esimerkiksi suunnittelijan rakennekuvissa informaatio voi jäädä pieneksi (työmaan tasokuvat, paperiversiot), aikataulut tulee jälkijunassa ja Teklan ohjelmiston suuruudesta johtuen aikatauluohjelma on jäykkä. [23.]

Skanskan tavoitteena on saada virheetön lopputuote jokaisesta BIM -mallinnetusta hankkeestaan (kuva 21).

Viisi 0-virhettä rakennusprosessissa

0-virhesuunnittelu



0-virhelaskenta



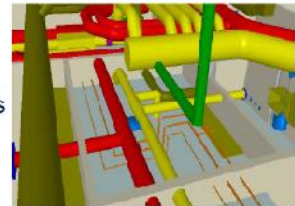
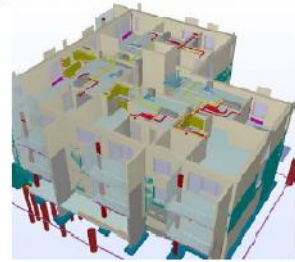
0-virrehankinta ja logistiikka



0-virhetuotanto



0-virheluovutus



Tuottava, tehokas ja virheetön prosessi

Kuva 21. Skanskan virheetön prosessi. [16.]

6 TARKASTUSSÄÄNNÖISTÄ

Mallin tarkastamisen lähtökohtana on malli itsessään. Tämän vuoksi mallissa täytyy olla tarkastettavat oliot valmiina. Esimerkiksi jos mallista halutaan tarkastaa kaidekorkeus, täytyy kaide olla suunniteltu oliona. Tarkastusohjelma ei pysty tarkastamaan mallista asioita, joita mallissa ei ole olemassa. Edellä mainittujen seikkojen vuoksi rakennusvalvonnan tulisi kehittää ohjeistusta siitä, mitä rakennusvalvontaan toimitettavan mallin tulisi sisältää, jotta päästäisiin rakennusvalvontaa tyydyttäviin tuloksiin.

6.1 Rakennusvalvonnan tarpeet

Rakennusvalvonnan näkökulmasta tarkastussääntöihin on lähestyttävä tarpeiden kautta. Tarpeet määräytyvät lupakäsittelyn ja rakennustyön aikaisen valvonnan tehtävien kautta. Tässä kappaleessa listataan joitakin rakennusvalvonnan kannalta tarpeellisia tarkastussääntöjä:

- sijoittuminen kaupunkikuvaan: kuinka sijoittuu naapureihin nähden korkeusaseman, etäisyyden (huomioiden palosuojaus), tontille sisäänajon ja miljööön suhteen
- esteettömyys on huomioitu jo nyt
- paloasiat: osastoinnit, paloalueen rajat, poistuminen: matkat, ottaen huomioon tasoerot (joita ei tällä hetkellä ole huomioitu), poistumisreitit ja niiden pintamateriaalien paloluokat, sprinklerit, palo-ovet ja -ikkunat, kanavien palosuojaus sekä palokatkot ja -pellit
- ilmanvaihto: jätekatosten sijoittuminen rakennuksiin ja niiden raittiin ilman ottoon nähden, jäteilman poiston etäisyys asuntoihin ja raittiin ilman sisäänottoon

- KVV: hiekanerotuskaivon tarve autotallin koko huomioonottaen, viemäreiden kallistukset, vesijohtojen ja viemäreiden sijoittaminen, viemäreiden käyttövarmuus sekä materiaalitiedot
- rakenne: pintakerrosten materiaalitieto esim. kipsilevy, varaukset installaatioille, rakenteiden tukipinnat esim. ontelolaatat, rakenneosien nurjahdus, lommahdus, kiepahdus, rakennuksen kosteudenhallinta, rakennetyypit materiaalitietoineen, ääneneristävyys, (esimerkiksi yli 60 m³ tilat), savuhormien korkeus, pintalämpötila ja suojaetäisyydet
- rakennuksen käyttöturvallisuus: nykyisten porras- ja tasanne-määräysten lisäksi malliin tulee sisällyttää myös kaide-, lasirakenne-, kulkukorkeus ja ulkopuolien turvallisuusmääräykset
- materiaalien ja tarvikkeiden tuotekelpoisuuden dokumentointi mukana mallissa.

Edellä olevat tarkastussääntöjen lista on melko yleistävä. Tarpeen tullen voidaan esittää tarve myös yksityiskohtaisemmin, kuten alla olevasta taulukosta 2 selviää. Lisää yksityiskohtaisia taulukkoesimerkkejä on liitteessä 1.

Taulukko 2. Esimerkki yksityiskohtaisesta esityksestä. [23.]

RakMK G 1 Asuntosuunnittelu Määräykset ja ohjeet 2005							
Määräys		Määräys		Määräys		Ohje	Arvo
2	Asuinhuone	2.1	Vähimmäiskoko ja muoto	2.1.1	Asuinhuoneen koon ja muodon tulee huoneen aiottu käyttö ja kalustettavuus huomioon ottaen olla tarkoituksenmukaisia. Asuinhuoneen huonealan tulee kuitenkin aina olla vähintään 7		7 m ²
					Huonealaan ei lueta 1600 mm matalampaa tilaa.		1600 mm
2	Asuinhuone	2.2	Vähimmäiskorkeus	2.2.1	Asuinhuoneen huonekorkeuden tulee olla vähintään 2500 mm.		2500 mm
					Pientalossa mainittu vähimmäiskorkeus on 2400 mm.		2400 mm
					Asuinhuoneen vähäisen osan huonekorkeus voi olla edellä sanottua pienempikin, ei kuitenkaan alle 2200 mm.		2200 mm
2	Asuinhuone	2.3	Ikkunat	2.3.1	Asuinhuoneessa tulee olla ikkuna, jonka valosukko on vähintään 1/10 huonealasta.		10%
3	Asuinhuoneisto	3.1	Vähimmäiskoko	3.1.1	Asuinhuoneiston huoneistoalan tulee olla vähintään 20 m ² .		20 m ²
3	Asuinhuoneisto	3.3	Ovet ja kulkuaukot	3.3.1	Huoneiston ulko-ovelta asuinhuoneisiin ja muihin asumista palveleviin välttämättömiin tiloihin johtavien ovien ja kulkuaukkojen vapaan leveyden tulee olla vähintään 800 mm. Sama koskee rakennuksessa ja piha-alueella asumista palveleviin välttämättömiin tiloihin johtavia ovia ja kulkuaukkoja.	Oven vapaalla leveydellä tarkoitetaan tässä kulkuaukon todellista leveyttä myös avatun ovilevyn kohdalla.	800 mm

7 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Tietomallin käytöstä rakennusvalvontaprosessissa ei ole saatavilla tutkimustietoa kotimaasta. Tämä YAMK-opinnäytetyö on ensimmäinen Metropolia ammattikorkeakoulussa tehtävä opinnäytetyö, jossa keskitytään tutkimaan tietomallin käyttöönoton mahdollisuutta rakennusvalvontaprosessissa. Vastaavanlaista YAMK-opinnäytetyötä ei todennäköisesti ole aiemmin toteutettu valtakunnallisella tasollakaan.

YAMK-opinnäytetyön tutkimusongelmana oli kartoittaa, millaisilla toimenpiteillä ja vaatimuksilla tietomallin saataisiin mukaan rakennusvalvontaprosessiin. Tavoitteena oli luoda kokonaiskuva tietomallin mahdollisuuksista rakennusvalvontaprosessissa ja tuottaa säännöt, joilla tietomalleja voidaan toimittaa rakennusvalvontaan. Säännöillä tarkoitettiin tarkastussääntöjä, joiden avulla rakennusvalvonta ohjaa pääasiassa rakentamismääräysten toteutumista tietomallin tarkastuksessa.

YAMK-opinnäytetyössä selvitettiin tietomallin eroja perinteisiin 2D- ja 3D-suunnitelmiin, kuinka tekijänoikeudet vaikuttavat tietomallin toimitamiseen, sähköisen arkistoinnin vaatimuksia ja kunnallisia sähköisiä palveluita Helsingissä sekä rakennusvalvonnan nykytilannetta että tulevaisuutta tietomallin kannalta. Tilannetta ulkomailla lähestyttiin pienimuotoisesti tutustumalla Singaporen, Norjan ja Yhdysvaltojen tilanteeseen sekä tehtiin katsaus virtuaalivaltakuntaan Suomessa. YAMK-opinnäytetyössä tarkasteltiin tietomallin käyttöönoton edellytyksiä, kirjattiin kyselyiden ja haastatteluiden tuloksia sekä mietittiin tarkastussääntöjä rakennusvalvonnan näkökulmasta.

YAMK-opinnäytetyön tuloksena syntyi kirjallinen kartoitus tietomallin käyttöönoton mahdollisuuksista rakennusvalvontaprosessissa sekä listaus rakennusvalvonnan kannalta tarpeellisista tarkastussäännöistä yleisellä tasolla. Listauksen pohjalta tuloksena laadittiin esimerkkejä yksityiskohtaisista tarkastussäännöistä, jotka ovat liitteessä 1.

YAMK-opinnäytetyön johtopäätöksinä todettiin kaikkeen työssä tutkituun tietoon perustuen seuraavaa:

- Tietomalli tulee osaksi rakennusvalvontaa. Tämän vuoksi lähitulevaisuudessa täytyy kehittää tietomallin toimittamisen ohjeistusta rakennusvalvonnan näkökulmasta. Tärkeimpänä osana ohjeistusta voidaan pitää tarkastusohjelman tarkastussääntöjen kehittämistä rakennusvalvonnan tarpeisiin perustuen.
- Rakennusvalvonnan tulee olla aktiivisesti mukana tietomallin toimittamisen kehittämisessä, jonka yhtenä osana on tietomallipalvelimen kehittäminen.
- Valtiollinen visio on huomioitava ja rakennusvalvonnan on oltava yhteistyössä ympäristöministeriön kanssa kehittämässä virtuaalivaltakuntaa.
- Arkistoinnin vaatimukset on otettava huomioon ja haettava lupaa pysyväälle sähköiselle arkistoinnille Arkistointilaitokselta.
- Helsingin kaupungin täytyy tehostaa tiedonkulkua sähköisistä palveluistaan.
- Viimeisinä vaan ei vähäisimpinä tulevat resurssit, joita tarvitaan henkilöstön koulutukseen sekä kaluston päivittämiseen tietomalliyhteensopivaksi.

YAMK-opinnäytetyön tuloksia voidaan välittömästi hyödyntää uusien projektien aloittamiseen tietomallin käyttöönottoa varten rakennusvalvonnassa.

Jatkotutkimuskohteiksi ehdotetaan tarkastussääntöjen, tietomallin toimittamisen ohjeistamisen ja tietomallipalvelimen kehittämistä rakennusvalvonnan tarpeet huomioiden. Näistä kahta ensimmäistä kehitetään rakennusvalvonnassa ja kolmatta eli tietomallipalvelinta kehitetään rakennusvalvonnan tulisi olla osallisena kehitystyössä.

VIITELUETTELO

- [1] Laitinen, Jarmo. *Tuotemallintamisen avulla lisäarvoa rakentamiseen*. 21.04.2001 Saatavissa:
http://www.dipoli.tkk.fi/rakentaminen/learn_work/tuotemallintamisen_laitinen.pdf
- [2] ProIT [verkkomateriaali]. Luettu 13.7.2010. Saatavissa:
<http://virtual.vtt.fi/proit>.
- [3] Karstila, Kari (ed.). ProIT, *Rakennusten tuotemallintamisen sanasto*. Pdf –materiaali 2010
- [4] Skanska. *Mallimaailma*. rakennusvalvontaviraston sisäinen tiedosto, saatavissa: J:\Projektit\Tietomalliselvitys 2009\Tietomalliesitykset\Mallimaailma Skanska.ppt. Luentokalvo,
- [5] Danielsén, Svein Willy. International perspective on BIM Building Information Modeling. Experiences Internationally and in Norway, SINTEF Byggforsk, Norway. Launching the Icelandic Construction Technology Platform at Grand Hotel Reykjavik. 17th August 2007. Luentokalvo
- [6] Harmanen, Mikko; *Betoni 1* 2010
- [7] Opetusministeriön lainsäädäntö. Luettu 12.6.2010 [verkkodokumentti]
[URL:http://www.minedu.fi/OPM/Lainsaadaentoe/?lang=fi](http://www.minedu.fi/OPM/Lainsaadaentoe/?lang=fi)
- [8] Sisäasiainministeriö, 2007. Luettu 13.7.2010 [verkkodokumentti]
<http://www.intermin.fi/suomi/sahkoinenasiointi>.
- [9] Julkaisu: Verkkotoimitus Webbredaktion 15.02.2000 Luettu 13.7.2010 [verkkodokumentti] [URL:http://www.kunnat.net](http://www.kunnat.net).
- [10] Rakennusvalvonta, tietomallihanke, tutustuminen kiinteistöviraston kaupunkimittaus osastoon 18.11.2009, muistio

- [11] Rakennusvalvonta, tietomallihanke, tilannekatsaus 4/2010, Matti Nikupeteri, luentokalvot
- [12] Helsingin kaupunki, kiinteistövirasto, kaupunkimittaus; Aineistoluovutusmenettelyt Helsingissä 14.12.2009
- [13] Suomen Kuntaliitto; Kunnallisten asiakirjojen säilytysajat. Määräykset ja suositukset. Tekniset palvelut 14A..
- [14] Merenmies, Markus; VAPA -korkeakouluissa, luentokalvo Saatavissa: http://www.csc.fi/sivut/sed/tapahtumia/20061026_tiedostot/vapa_korkeakouluissa_markus_merenmies.ppt
- [15] Julkaisu: JBIM, Spring 2010, National Institute of Building Sciences: An Authoritative Source of Innovative Solutions for the Built Environment
- [16] Karlström, Johan, Skanska; Management meeting, Orlando, lokakuu 2008, luentokalvo
- [17] Solibri Oy; Tietomallinnus, SMCv5.1, 27.1.2010, koulutusmateriaali
- [18] Julkaisu: Dr. Wong, Andy K. D. et al; Comparative roles of major stakeholders for the implementation of BIM in various countries, Department of Building and Real Estate, The Hong Kong Polytechnic University, Hong Kong.
- [19] Lukkarinen, Pekka; Yliarkkitehti, Ympäristöministeriö, 23.3.2010, luentokalvo.
- [20] Hellman Pirkka; Litovuo Hannu; Koski Helena: keskustelu 16.8.2010
- [21] Perkiömäki, Petri; sähköposti 17.8.2010
- [22] Levanto, Risto; sähköposti 27.7.2010
- [23] Rakennusvalvonta, tietomallihanke, työmaakäynti Skanska Tuomarilanrinne 1, 15.3.2010, muistio
- [24] Rakentamismääräyksistä otteita

LIITELUETTELO

LIITE 1. Esimerkkejä tarpeellisista tarkastussäännöistä
yksityiskohtaisemmin

Esimerkkejä tarpeellisista tarkastussäännöistä yksityiskohtaisemmin:

RakMK C2 mukaiset yksityiskohtaiset tarkastussäännöt

Määräys		Määräys		Määräys		Ohje		Arvo
2	Rakennuspuhjan kuivatus	2.1	Maanpinnan kuivatus	2.1.1	Sade- ja sulamisvedet on johdettava pois rakennuksen vierestä	2.1.1.1	Rakennusta ympäröivä maapinta muotoillaan rakennuksesta pois päin viettäväksi. Vähimmäiskaltevuus koken metrin etäisyyteen sokkelista.	1:20
		3.1	Maanvastainen alapohja	3.1.1	Kennnuttava osien ottamatta on maanvastaisen lattia yläpinnan ota vähintään 0,3 m rakennuksen ulkopuolella olevan maanpinnan yläpuolella. Tästä voidaan poiketa erityisestä syystä vähäisestä määrin. Taloin on perustusten kuivatuksen ohella huolehdittava perusmuurin suojaamisesta ulkopuoliselta kosteudelta.			0,3 m
3	Rakennuksen alapohja	3.2	Ryömintätilainen alapohja	3.2.2	Ryömintätilan on jä jätettävä tarkastusmahdollisuus pääty kaikkialla tilaan.	3.2.2.1	Ryömintätilan vähimmäiskorkeus.	0,8 m
5	Seinä rakenteet maasta varten ja seinien liittyminen maanvastaiseen rakenteeseen	5.1	Seinien liittyminen maanvastaiseen alapohjaan	5.1.1	UKKilmaan rajottuvat seinärakenteet on liitettävä sokkeleihin ja maanvastaiseen lattiarakenteeseen siten, että kosteuden haitallinen siirtyminen ja kertyminen seinärakenteeseen sokkelin tai viereisen lattiarakenteen kautta on estetty ja seinän alareunan kuivuminen on tarvittaessa mahdollista.	5.1.1.1	Ulkomaasta varten olevan ulkoseinän alareunan on yläreunasta vähintään 0,3 m viereisen maanpinnan yläpuolella	
7	Märkätila	7.2	Lattia- ja seinäpinnalliset	7.2.3	Märkätilojen vedeneristysena toimiva lattiapäälyste tai lattiapäälysteen alla oleva vedeneristys on ulkoseinälle liitettävä kuiville seinille sekä liitettävä vedeneristystä seinän vedeneristykseen ottamalla veden pääty seinä ja lattiarakenteiden sisään.	7.2.3.1	Lattian vedeneristykseen reuna on suositeltavaa nostaa seinälle ainakin 100 mm korkeuteen lattiapinnasta. Lattian vedeneristykseen saumojen tulee välttää märkätilan erien liustovalla alueella.	0,1 m
7	Märkätila	7.3	Lattian kaltevuus ja läpiviennit	7.3.1	Lattian kaltevuuden on oltava sellainen, että vesi valuu esteettä lattiakaivoon. Vedeneristykseen ja lattiakaivon liitoksen on oltava niin tiivis, että vesi ei pääse vedeneristykseen alapuolelle rakenteisiin vaikka vedenpinta kaivossa nousisi liitoksen yläpuolelle.	7.3.1.2	Lattian kaltevuuden tulee olla vähintään 1:100. Vesilaitteet ja lattiakaivot sijoitetaan siten, ettei vesi valu märkätilan lattialta muihin tiloihin.	1:100

RakMK D1 mukaiset yksityiskohtaiset tarkastussäännöt

Määrä		Määrä		Määrä		Oike		Arvo
2	Talousvesilaitteisto	2.4	Vesijohtojen sijoittaminen	2.4.1	Rakennukseen asennettava vesijohto ja siihen liitetyt laitteet on sijoitettava siten, että mahdollisen vesivuoto voidaan havaita luotettavasti ja ajoissa, ja vesijohto voidaan helposti tarkastaa ja korjata. Märkätilan lattiaan ei saa tehdä vesijohtojen läpivientejä.	2.4.1.1	Vesijohto asennetaan esimerkiksi seuraavasti: b) ryömintätilaan, jonka korkeus on vähintään 1,2 m.	1,2 m
	Jätevesilaitteisto	4.5	Viemärin sijoittaminen	4.5.2	Viemäri on yleensä sijoitettava niin, että se voidaan ilman suurehkoa toimenpiteitä korjata tai vaihtaa.	4.5.2.2	Kantavan alapohjalevyn alle sijoitetulle viemärille varataan viemärin tarkastamista ja korjausta varten esimerkiksi huolto- ja tarkastusluukulla varustettu ryömintätila, jonka korkeus on vähintään 1,2 m. Pystykokoojaviemäri ja yhtä huoneistoa palveleva viemäri voidaan kuitenkin sijoittaa kantavan alapohjalevyn alle ilman ryömintätilaa, jos viemäri johdetaan rakennuksen ulkopuolelle mahdollisimman lyhyttä reittiä.	1,2 m
		4.5	Käyttövarmuus	4.5.6	Jätevesilaitteisto on varustettava helposti luoksepäästävien, suljettavien puhdistusaukoin. Aukot on sijoitettava hoara- ja suunnanmuutoskohtiin siten, että putkisto voidaan kauttaaltaan puhdistaa.	4.5.6.2	Viemärin pysyvhormien alapäähän puhdistusyhteen kohdalle tehdään tarkastusluukku, joka sijoitetaan vähintään 400 mm:n korkeudelle lattiasta.	0,4 m

RakMK E3 mukaiset yksityiskohtaiset tarkastussäännöt

Määräys		Määräys				Arvo
2	Yleiset suunnitteluperusteet	2.6	Korkeus	Savupiippu on ulotettava vesikaton yläpuolelle tai muutoin rakennukseen nähden niin korkealle, että saavutetaan riittävä paloturvallisuus ja veto.	Savupiippu on tarkoituksenmukaista sijoittaa lähelle katon harjaa. Vesikaton harjalla on savupiipun päin ja katteen välinen pienin etäisyys piipun juuresta mitattuna vähintään 0,8 m. Tavanomaisilla kattokaltevuuksilla lappeella olevan savupiipun korkeuteen lisätään 0,1 m jokaista lapemetriä kohden harjalta laskettuna. Jos vedeneristeenä on Broof (t2) luokkaan kuuluminen kate, etäisyys katteeseen on vähintään 1,5 m. Piipun korkeutta suunniteltaessa otetaan huomioon alle 8 metrin etäisyydellä olevat palovaroitukset rakennet ja aukot sekä korotukset katon rakenteissa.	0,8 m, lappeella jokaista lapemetriä kohden lisätään 0,1 m, vähintään 1,5 metriä Broof (t2) luokkaan kuuluminen kate
5	Pintalämpötila ja suojelettaisuus	5.1	Pintalämpötila ja suojelettaisuus	Savupiippu sekä siihen liitettyjen tulistajien liittimien ja yhdyshormien tulee sijoittua siten, ettei niiden pintalämpötila aiheuta vaaraa henkilö- tai paloturvallisuudelle.	Paikalla tehdyn savupiipun ja rakennusosan väliin jätetään vähintään noin 20 mm liikuntaväli, joka täytetään tarkoitukseen sopivalla A1 luokan rakennustarvikkeella. Rakennesuunnittelussa otetaan huomioon viereisten rakenteiden käyttötilan mukaiset muodonmuutokset suhteessa savupiippuun liikuntavälin leveyttä määritettäessä. Muun kuin A1 luokan rakennustarvikkeista tehdyt rakennusosat sijoitetaan vähintään 100 mm:n etäisyydelle savupiipun ulkopinnasta. Väli- tai yläpohjan läpimenokohtaan sekä seinän liittymäkohtaan asennetaan vähintään 100 mm paksu lämpöä eristävä kerros soveltuvaan A1 luokan rakennustarvikkeella. Tällaisia muuratun savupiipun suojelettaisuutta muihin rakennusosiin voidaan pitää riittävänä, kun piipun seinämän paksuus on vähintään 230 mm. Suojelettaisuutta täsmennetään tarvittaessa täydentävillä laskelmilla tai kokeellisesti.	0,02 m, 0,1 m

RakMK E4 mukaiset yksityiskohtaiset tarkastussäännöt

Ohje		Ohje			Teksti	Arvo
3	Erillinen autosuoja	3.1	Etäisyys saman tontin rakennuksesta	3.1	Erillisen autosuojan riittävä etäisyys luotesla rakennuksesta ilman erityistoimenpiteitä on vähintään 8 metriä, enintään 60 m2:n suojan vähintään 4 metriä. Jos etäisyys on edellä mainittuja pienempi, rakennusta tarkastellaan palotekniseen kannalta yhtenä rakennuksena.	8 m ja enint. 60 m2 etäisyys 4 m
		3.2	Rakennuksen paloluokka	3.2	Jos erillisen autosuojan etäisyys naapuritontin rakennuksesta on alle 8 metriä, tulee rakenteellisiin tai muun keinoin huolehtia palon leviämisen rajoittamisesta (E1 kuhta 0.1.2).	>8 m

RakMK F2 mukaiset yksityiskohtaiset tarkastussäännöt

Määräys	Teksti	Määräys	Teksti	Määräys	Teksti	Ohje	Teksti	Numeerinen Arvo
2	Putoamisen ja harhaanastumisen estäminen	2.1	Porras	2.1.1	Porras on suunniteltava ja rakennettava turvallisesti, riittävän väljäksi ja tarkoitukseensa soveltuvaksi.		Portaan avoaskelmien välistä ei saa mahtua läpi särmältään yli 110 mm:n – asunnossa yli 100 mm:n – mittainen kuutio.	≤ 110 mm, asunnot ≤ 100 mm
2	Putoamisen ja harhaanastumisen estäminen	2.1	Porras	2.1.1	Porras on suunniteltava ja rakennettava turvallisesti, riittävän väljäksi ja tarkoitukseensa soveltuvaksi.		Porrassyöskyn ja välitasanteen sivupinnan sekä seinän välistä ei saa mahtua läpi särmältään yli 50 mm:n mittainen kuutio. Suurempi aukko edellyttää kaidetta tai muuta suojarakennetta.	50 mm
2	Putoamisen ja harhaanastumisen estäminen	2.1	Porras	2.1.3	Uloskäyttävänä toimivan portaan askelman nousu saa olla enintään 180 mm. Etenemän tulee olla vähintään 270 mm.			ns180 mm, ez270 mm
2	Putoamisen ja harhaanastumisen estäminen	2.1	Porras	2.1.3	Uloskäyttävässä, jota ei samalla käytetä rakennuksen tavanomaiseen sisäiseen liikenteeseen, saa portaan nousu olla enintään 200 mm.			200 mm
Määräys	Teksti	Määräys	Teksti	Taulukko	Teksti			
2	Putoamisen ja harhaanastumisen estäminen	2.1	Porras	2.1.3	Nousu ja Etenemä		Asuinhuoneesta toiseen kulkua välittävä porras	ns190 mm, ez250 mm
2	Putoamisen ja harhaanastumisen estäminen	2.1	Porras	2.1.3	Nousu ja Etenemä		Muiden varsinaisten käyttötilojen sisäporras yleensä	ns180 mm, ez270 mm
2	Putoamisen ja harhaanastumisen estäminen	2.1	Porras	2.1.3	Nousu ja Etenemä		Kokoontumistilan porras	ns160 mm, ez300 mm
2	Putoamisen ja harhaanastumisen estäminen	2.1	Porras	2.1.3	Nousu ja Etenemä		Katettu tai lämmitetty ulkoporras	ns160 mm, ez300 mm
2	Putoamisen ja harhaanastumisen estäminen	2.1	Porras	2.1.3	Nousu ja Etenemä		Kattamaton ulkoporras	ns130 mm, ez390 mm
Määräys	Teksti	Määräys	Teksti	Määräys	Teksti			
2	Putoamisen ja harhaanastumisen estäminen	2.3	Tasanne	2.3.1	Rakennuksen ja sen ulkotilojen tasanne on suunniteltava ja rakennettava siten, ettei sen reunalla ole taseroasta johtuvaa harhaanastumisen tai kompastumisen vaaraa.		Kun porrashuoneen kerrostasanteilla oleva ovi on tasanteelta alaspäin johtavan syöksyn sivuseinän jatkeella, se sijoitetaan vähintään 400 mm:n etäisyydelle porrassyöskyn yläreunasta.	400 mm
2	Putoamisen ja harhaanastumisen estäminen	2.3	Tasanne	2.3.1	Rakennuksen ja sen ulkotilojen tasanne on suunniteltava ja rakennettava siten, ettei sen reunalla ole taseroasta johtuvaa harhaanastumisen tai kompastumisen vaaraa.		Tasanteelta alaspäin johtavaa syöksyä vastapäätä olevan oven etäisyys syöksyn reunasta on vähintään 1500 mm.	1500 mm
2	Putoamisen ja harhaanastumisen estäminen	2.3	Tasanne	2.3.1	Rakennuksen ja sen ulkotilojen tasanne on suunniteltava ja rakennettava siten, ettei sen reunalla ole taseroasta johtuvaa harhaanastumisen tai kompastumisen vaaraa.		Uloskäyttävän kulkureitillä olevan oven eteen ja taakse varataan vähintään 800 mm pituinen tasanne.	800 mm
2	Putoamisen ja harhaanastumisen estäminen	2.3	Tasanne	2.3.2	Oleskeluun ja kulkuihin tarkoitetuilla rakennuksen tasanteilla sijaitsevat ikkunat, luukut ja muut vastaavat aukot on mitoitettava kestävästi henkilökuorma, mikäli putoamisvaara on olemassa.		Tällainen tasanne on lattia, kattoterassi, pihatasanne sekä huoltoväylänä käytettävä vesikaton osa. Aukko voidaan myös suojata erityisellä suojarakenteella. Tätä ei tarvita, mikäli ikkunan tai luukun kehysrakenteen yläpinta on tasanteen pinnasta vähintään 700 mm:n korkeudella.	700 mm
2	Putoamisen ja harhaanastumisen estäminen	2.3	Tasanne	2.3.2	Oleskeluun ja kulkuihin tarkoitetuilla rakennuksen tasanteilla sijaitsevat ikkunat, luukut ja muut vastaavat aukot on mitoitettava kestävästi henkilökuorma, mikäli putoamisvaara on olemassa.		Suojarakenne on sopivasta rakennusaineesta tehty kaide, ristikko tai säileikkö, jonka väleistä saa mahtua läpi särmältään enintään 110 mm:n mittainen kuutio. Suojarakenne kiinnitetään niin, ettei lapsi voi sitä avata.	110 mm
2	Putoamisen ja harhaanastumisen estäminen	2.4	Kaide	2.4.1	Kaide tulee rakentaa, kun putoamiskorkeus ylittää 500 mm ja putoamisen tai harhaanastumisen vaara on olemassa. Kaiteen tulee olla turvallinen ja tarkoitukseensa soveltuva. Kaide voi olla suojakaide tai avokaide.			500 mm

RakMK F2 mukaiset yksityiskohtaiset tarkastussäännöt

Määräys	Teksti	Määräys	Teksti	Määräys	Teksti	Ohje	Teksti	Numeerinen arvo
2	Putoamisen ja harhaanastumisen estäminen	2.4	Kaide	2.4.2	Suojakaidetta on käytettävä yli 700 mm:n taseroissa kohteissa, joihin lapsilla on pääsy. Kaiteen suojaavan osan tulee ulottua vähintään 700 mm:n korkeudelle tasanteen tai askelman pinnasta. Siinä ei saa olla vaakasuoria rakenteita tai kuvioita, jotka tekevät liipelyn mahdolliseksi.			700 mm
2	Putoamisen ja harhaanastumisen estäminen	2.4	Kaide	2.4.2	Suojakaidetta on käytettävä yli 700 mm:n taseroissa kohteissa, joihin lapsilla on pääsy. Kaiteen suojaavan osan tulee ulottua vähintään 700 mm:n korkeudelle tasanteen tai askelman pinnasta. Siinä ei saa olla vaakasuoria rakenteita tai kuvioita, jotka tekevät liipelyn mahdolliseksi.	Jos kaiteen suojaavassa osassa on ainoastaan pystyrakenteita, sen sulkeutua saa mahtua läpi särmältään enintään 110 mm:n – asuinhuoneistossa enintään 100 mm:n – mittainen kuutio.		110 mm-asunnot 100 mm
2	Putoamisen ja harhaanastumisen estäminen	2.4	Kaide	2.4.2	Suojakaidetta on käytettävä yli 700 mm:n taseroissa kohteissa, joihin lapsilla on pääsy. Kaiteen suojaavan osan tulee ulottua vähintään 700 mm:n korkeudelle tasanteen tai askelman pinnasta. Siinä ei saa olla vaakasuoria rakenteita tai kuvioita, jotka tekevät liipelyn mahdolliseksi.	Muuntojen suojaavan osan sulkeutua saa mahtua läpi särmältään enintään 30 mm:n mittainen kuutio.		30 mm
2	Putoamisen ja harhaanastumisen estäminen	2.4	Kaide	2.4.2	Suojakaidetta on käytettävä yli 700 mm:n taseroissa kohteissa, joihin lapsilla on pääsy. Kaiteen suojaavan osan tulee ulottua vähintään 700 mm:n korkeudelle tasanteen tai askelman pinnasta. Siinä ei saa olla vaakasuoria rakenteita tai kuvioita, jotka tekevät liipelyn mahdolliseksi.	Kaiteen yläreunan ja suojaavan osan välistä saa mahtua läpi särmältään enintään 200 mm:n mittainen kuutio.		200 mm
2	Putoamisen ja harhaanastumisen estäminen	2.4	Kaide	2.4.2	Suojakaidetta on käytettävä yli 700 mm:n taseroissa kohteissa, joihin lapsilla on pääsy. Kaiteen suojaavan osan tulee ulottua vähintään 700 mm:n korkeudelle tasanteen tai askelman pinnasta. Siinä ei saa olla vaakasuoria rakenteita tai kuvioita, jotka tekevät liipelyn mahdolliseksi.	Kaiteen suojaavan osan alareunan ja tasanteen tai askelman yläpinnan välistä saa mahtua läpi särmältään enintään 60 mm:n mittainen kuutio.		60 mm
2	Putoamisen ja harhaanastumisen estäminen	2.4	Kaide	2.4.3	Avokaidetta voidaan käyttää kohteissa, joihin lapsilla ei ole pääsyä tai joissa ei ole putoamisvaaraa.	Avokaiteeseen tehdään vaakavälijohteet niin, ettei johteiden keskinäinen etäisyys tai etäisyys portaasta ja tasanteesta ylitä 500 mm.		500 mm
2	Putoamisen ja harhaanastumisen estäminen	2.4	Kaide	2.4.4	Kaiteen korkeus määräytyy putoamiskorkeuden ja tilan käyttötarpeiden mukaan.			
Määräys	Teksti	Määräys	Teksti	Taulukko	Teksti			
2	Putoamisen ja harhaanastumisen estäminen	2.4	Kaide	2.4.4	Kaiteen korkeus.		Putoamiskorkeus enint. 500 mm	Koko kaiteen korkeus- ei vaatimusta. Suojaavan osan korkeus- ei vaatimusta.
2	Putoamisen ja harhaanastumisen estäminen	2.4	Kaide	2.4.4	Kaiteen korkeus.		Putoamiskorkeus yli 500 mm enint. 700 mm	Koko kaiteen korkeus- ≥ 900 mm. Suojaavan osan korkeus- ei vaatimusta.
2	Putoamisen ja harhaanastumisen estäminen	2.4	Kaide	2.4.4	Kaiteen korkeus.		Putoamiskorkeus yli 700 mm enint. 3000 mm	Koko kaiteen korkeus- ≥ 900 mm. Suojaavan osan korkeus- ≥ 700 mm.
2	Putoamisen ja harhaanastumisen estäminen	2.4	Kaide	2.4.4	Kaiteen korkeus.		Putoamiskorkeus yli 3000 mm enint. 6000 mm	Koko kaiteen korkeus- ≥ 1000 mm. Suojaavan osan korkeus- ≥ 700 mm.
2	Putoamisen ja harhaanastumisen estäminen	2.4	Kaide	2.4.4	Kaiteen korkeus.		Putoamiskorkeus yli 6000 mm	Koko kaiteen korkeus- ≥ 1200 mm. Suojaavan osan korkeus- ≥ 900 mm.

RakMK F2 mukaiset yksityiskohtaiset tarkastussäännöt

Määräys	Teksti	Määräys	Teksti	Määräys	Teksti	Ohje	Teksti	Numeerinen Arvo
2	Putoamisen ja harhaanastumisen estäminen	2.4	Kaide	2.4.4	Kaiteen korkeus.		Putoamiskorkeudesta riippumatta. Asunnon parveke ja terassi	Kaiteen korkeus- ≥ 1000 mm. Suojaavan osan korkeus- ≥ 700 mm.
2	Putoamisen ja harhaanastumisen estäminen	2.5	Tasanne	2.3.2	Kaiteen korkeus.		Istumakatsomon etureuna	Kaiteen korkeus- ≥ 700 mm. Suojaavan osan korkeus- ≥ 700 mm.
Määräys	Teksti	Määräys	Teksti	Määräys	Teksti			
3	Muiden turvallisuusriskien vähentäminen	3.2	Lasirakenteet	3.2.1	Rakennuksen lasirakenteet kuten lasiseinät ja -ovet, ikkunat, valokatteet tai lasikaiteet tulee suunnitella ja toteuttaa siten, että materiaalin ominaisuuksista johtuvat riskit on otettu huomioon. Lasirakenteet mitoitetaan ja lasin tyyppi valitaan siten, ettei rikkoutuminen aiheuta henkilön putoamisvaaraa eikä sirpaleiden putoaminen alle jäävän haavoittumisvaaraa. Sama koskee myös muuta valoa läpäisevää rakennetta.		Viesiön (myös lasten) käyttöön tarkoitettujen tilojen kulkuväylillä käytetään turvalasia, kun lasipinnan korkeus lattiasta on vähemmän kuin 1500 mm.	1500 mm
3	Muiden turvallisuusriskien vähentäminen	3.2	Lasirakenteet	3.2.1	Rakennuksen lasirakenteet kuten lasiseinät ja -ovet, ikkunat, valokatteet tai lasikaiteet tulee suunnitella ja toteuttaa siten, että materiaalin ominaisuuksista johtuvat riskit on otettu huomioon. Lasirakenteet mitoitetaan ja lasin tyyppi valitaan siten, ettei rikkoutuminen aiheuta henkilön putoamisvaaraa eikä sirpaleiden putoaminen alle jäävän haavoittumisvaaraa. Sama koskee myös muuta valoa läpäisevää rakennetta.		Turvalasia käytetään myös näiden ovien viereisissä ikkunoissa ja lasiseinissä silloin, kun umpimainen karmi-, puite- tai seinärakenne ovialueen ympärillä on pienempi kuin 300 mm.	300 mm
3	Muiden turvallisuusriskien vähentäminen	3.2	Lasirakenteet	3.2.1	Rakennuksen lasirakenteet kuten lasiseinät ja -ovet, ikkunat, valokatteet tai lasikaiteet tulee suunnitella ja toteuttaa siten, että materiaalin ominaisuuksista johtuvat riskit on otettu huomioon. Lasirakenteet mitoitetaan ja lasin tyyppi valitaan siten, ettei rikkoutuminen aiheuta henkilön putoamisvaaraa eikä sirpaleiden putoaminen alle jäävän haavoittumisvaaraa. Sama koskee myös muuta valoa läpäisevää rakennetta.		Viesiön (myös lasten) käyttöön tarkoitettujen tilojen ikkunoissa ja lasiseinissä käytetään turvalasia, kun lasipinnan korkeus lattiasta on vähemmän kuin 700 mm.	700 mm
3	Muiden turvallisuusriskien vähentäminen	3.2	Lasirakenteet	3.2.1	Rakennuksen lasirakenteet kuten lasiseinät ja -ovet, ikkunat, valokatteet tai lasikaiteet tulee suunnitella ja toteuttaa siten, että materiaalin ominaisuuksista johtuvat riskit on otettu huomioon. Lasirakenteet mitoitetaan ja lasin tyyppi valitaan siten, ettei rikkoutuminen aiheuta henkilön putoamisvaaraa eikä sirpaleiden putoaminen alle jäävän haavoittumisvaaraa. Sama koskee myös muuta valoa läpäisevää rakennetta.		Asuntojen ikkunoissa, ovissa ja lasiseinissä, joissa lasipinta ulottuu 700 mm lähemmäksi lattiaa, katsotaan 6 mm:n paksuinen tavallinen tasolasi riittäväksi turvalasin asemesta.	700 mm, tasolasin lasipaksuus 6 mm
3	Muiden turvallisuusriskien vähentäminen	3.2	Lasirakenteet	3.2.3	Ikkunat, lasiseinät ja lasiovet, joihin on vaara törmästä, tulee merkitä siten, että ne helposti havaitaan.		Kulkuväylään rajoittuva vaaka-aaton kirkas, läpinäkyvä lasipinta merkitään lasin kestävyydestä riippumatta 900–1500 mm:n korkeudelle sijoitettuihin pysyvästi kiinnitetyin merkinnöin.	900-1500 mm
3	Muiden turvallisuusriskien vähentäminen	3.5	Kulkukorkeus	3.5.1	Huoneiden kulkuväylän vapaa vähimmäiskorkeus on pääsääntöisesti 2100 mm.			2100 mm

RakMK F2 mukaiset yksityiskohtaiset tarkastussäännöt

Määräys	Teksti	Määräys	Teksti	Määräys	Teksti	Ohje	Teksti	Numeroinen Arvo
3	Muiden turvallisuusriskien vähentäminen	3.5	Kulkukorkeus	3.5.1	Huonetilan kulkuväylän vapaa vähimmäiskorkeus on pääsääntöisesti 2100 mm.		Oviuskon kohdalla korkeus saa olla välttämättömien karmien ja kynnysten verran pienempi. Muun kuin uloskäytävässä olevan ja siihen johtavan portaan sekä suunnan sisäisen portaan kulkukorkeus voi paikallisesti olla 1950 mm.	1950 mm
3	Muiden turvallisuusriskien vähentäminen	3.8	Ulkotilojen turvallisuus	3.8.1	Rakennuksen piha-alue on suunniteltava ja rakennettava siten, että leikkivälineet ovat turvallisia ja niiden alustan rakenne on tarkoitukseen sopiva.		Leikkikenttävälineiden alle rakennetaan istus- tai vaimentava alusta, kun vapaa putoamiskorkeus on yli 600 mm. Vaikka putoamiskorkeus on edellä mainittua pienempi, alustaksi ei sovellu kova materiaali.	≥ 600 mm
3	Muiden turvallisuusriskien vähentäminen	3.8	Ulkotilojen turvallisuus	3.8.3	Rakennuksesta ulkonevan rakennusosan, laitteen tai varusteen kuten parvekkeen, erikkeen, katosken, opasteen, valaisinlaitteen ja markkinain alareunan vapaa korkeus maasta tai sijo- ja kulkuväylän pinnasta on vähintään 2200 mm, jollei kohta ole suojattu törmäysvaran estämiseksi.			≥ 2200 mm